A. Jude. aD 88.

Plath. apt.
Leyd 2.
512

Beyträge
zur
Hydraulischen Architectur.

Aufgesetzt
und
Einem Hochedeln und Hochweisen Rathe
der
Kayserlich freyen Reichsstadt Hamburg
zugeeignet
von

Reinhard Woltman,

Conducteur beym Wasserbauwesen zu Ritzebüttel, der Hamburgischen Gesellschaft zur Beförderung der Künste und nützlichen Gewerbe Associirtem, und der Hamburgischen mathematischen Gesellschaft Mitgliede.

Zweyter Band.

Mit Kupfern.

Theorie des Deichbaues — der Uferbefestigung und des Stackbaues. — Litterarische Beyträge.

Göttingen,
bey Johann Christian Dieterich, 1792.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorrede.

Man könnte die Deichswissenschaft füglich in drey Theile abtheilen. Der erste enthielte denn die Practik oder diejenige Reihe von Kenntnissen, die denn Deichseigenthümern nöthig sind, und die ich unter dem Nahmen Deichswirthschaft, im ersten Bande dieser Beyträge befaßt habe. Der Inhalt des zweyten wäre, was die Deichsbaumeister wissen müssen, nähmlich die allgemeine Theorie des Deichbaues, welche ich in der gegenwärtigen Abhandlung nach meiner beschränkten Einsicht vortrage, und welche nöthig ist die Practik zu leiten und zu verbessern. Für den dritten Theil gehörte endlich das Deichs-Recht, oder der Inbegriff der gegenseitigen Gerechtsame und Pflichten einzeler Deichs-Interessenten, oder ganzer Communen, unter einander und mit dem Publicum oder Landesherrn. Ob ich gleich dem Vorsatz nicht ganz entsage, auch über dieß letztere ein Mahl einen Grundriß zu liefern; so werde ich doch vor der Hand diese Materie verlassen, und in künftigen Bänden, wenn ich zu dergleichen fernere Veranlassung finde,

Sachen verschiedner Art, z. B. Häfen, Schleußen, Ströme und andere Hydraulische Gegenstände, vornehmen.

Die gegenwärtige Theorie des Deichbaues bin ich ganz allgemein zu machen bemüht gewesen; und sie erstreckt sich nach meiner Absicht so wohl über Fluß- als Seedeiche, und selbst über alle Arten von Dämmen und Terassen, die von Erde aufgeführt werden. Sie zerfällt in zwey Theile: Deichlinie und Deichprofil. Einzelne hieher gehörige Probleme sind von den Herren Brahms, Bossut und Hube, aufgelöset; und derselben ist gehörigen Orts billig Erwähnung geschehen. Eine vollständige systematische Abhandlung ist über diesen Gegenstand meines Wissens nicht vorhanden. Daher hoffe ich, daß die meinige, so wohl in der Form als größten Theils in der Materie, wenigstens den geringen Werth erhalte, welchen man sonst der Neuheit einer Sache und dem Eigenthum der Gedanken beyzulegen gewohnt ist.

Wo die Theorie zweifelhaft zu seyn schien, da habe ich, wenn es möglich war, Versuche zu Rathe gezogen und bey gleicher Wahrscheinlichkeit alle Mahl das sicherste angenommen. Auf die Weise hoffe ich nicht, daß meine Theorie in nachtheilige Fehler verleiten könne.

Einige Dinge sind noch zweifelhaft, und ich fürchte, daß sie es wegen Mangel zuverlässiger Beobachtungen noch lange bleiben werden. Dahin gehören vorzüglich die äußern Dossirungslinien

linien an den Fluß- und Seedeichen. So viel ist inzwischen von ihnen gewiß, daß, wenn jene dem Angriff des Stroms und diese dem Wellenschlag sehr bloß gestellt ist, alsdann die gerade Linie zur Mäßigung der Deichskosten keinesweges zweckmäßig sey, sondern für Flußdeiche eine concave und für Seedeiche eine convexe Curve gehöre, und dieß gibt einen wesentlichen Unterschied in der Gestalt dieser Deichsprofile. Bey guten Situationen, die keine sehr starke Deiche erfordern, mag man mit Vortheil bey der geraden Linie bleiben. Ich bemerke hier noch, daß wenn man sagt, eine Deichsdossirung müsse concav oder convex gekrümmt seyn, dieß so viel heiße, ihr Abhang (talus, dossement) müsse von dem Kamm gegen den Fuß im ersten Falle zunehmen, im letztern abnehmen. Das eigentliche Gesetz dieser Ab- oder Zunahme ist nun zweifelhaft; das natürlichste und für die Practik bequemste scheint die arithmetische Progression zu seyn. Man wird bey derselben nie in sehr erhebliche Fehler verfallen, und die Curve, welche diese gibt, und welche ich §. 66 ꝛc. beygebracht habe, in sehr vielen Fällen mit Nutzen anwenden können. — Ich war erst gewillet, eine besondere Abhandlung über krumme Linien zum practischen Gebrauch anzuhängen; bey näherer Ueberlegung schien es aber bequemer jeder Curve ihre Constructions-Methode gleich beyzufügen. Dieß Verfahren ist wenigstens kürzer; auch pflegt Lehrlingen der Wechsel zwischen Lehre und Anwendung allezeit angenehm zu seyn.

Was von den gelehrten und berühmten Männern, Käſtner, Tetens und Brünings, in gegenwärtiger Abhandlung ſich findet, wird man hoffentlich nicht ohne Vergnügen leſen; und ich kann nicht umhin, dieſen meinen verehrungswürdigen Gönnern für die weſentliche Ergänzung und Zierde, welche meine Abhandlung durch ihre vortreffliche Beyträge erhalten, den pflichtvollſten Dank zu erſtatten.

Die gegenwärtige kleine Abhandlung gibt manchen Beweis davon, daß die Elementar-Mathematik in der Hydrauliſchen Architectur unzureichend iſt. Es wundert mich daher nicht wenig, daß der Herr Oberlieutenant Fuchs (Practiſches Handbuch für Hydrotechniker 1791. Vorrede) ein Buch, wie des Herrn Silberſchag Hydrotechnik als das beſte hat empfehlen können, darin Theorie zu ſtudiren. Herr Conſiſtorialrath Silberſchlag hat nicht ein Mahl alles mitgetheilt, was Belidors erſtes Buch an Theorien enthält: alſo verdiente doch dieſes den Vorzug. Aber es iſt gewiß, daß beide für den gegenwärtigen Zuſtand der Wiſſenſchaft unvollkommen ſind, und daß man in Abſicht auf Theorie wohl thue, an claſſiſche Lehrbücher, wie die Werke eines Käſtners und Karſtens ſich zu halten.

Obwohl ich in allen Unterſuchungen, nach meinen geringen Kräften, der Wahrheit möglichſt mich zu nähern, geſtrebt habe, ſo ſchmeichle mir doch keinesweges in dergleichen Anwendungen der Mathematik auf phyſicaliſche Gegenſtände ſie allenthalben,

halben erreicht zu haben. Bessere Belehrungen werden mir daher von einem jeden willkommen seyn; und alle mir gütigst mitgetheilte Erinnerungen, Verbesserungen und Nachweisungen werde ich, nach dem Beyspiele der Bemerkungen des Hrn. Brünings, jederzeit dem folgenden Band voran setzen und sie mit geziemlicher Antwort begleiten. Dem gütigen Mittheiler gebührt, wenn es ihm gefällt, allezeit die zweyte und letzte Antwort; und damit wird die Sache, wenn sie noch zweifelhaft ist, dem Urtheile des Lesers überlassen.

Von den angefügten Bücher-Auszügen ist der Zweck, die Hydraulischen zum Theil zweifelhaften Materien zu ventiliren; und nützliche Kenntnisse und Erfahrung fremder Nationen uns allgemein bekannt zu machen. Wofern diese Methode Beyfall findet, so bin ich erbötig, die ganze Florentinische Raccolta und mehrere Italiänische und andere auswärtige Bücher, (die ich in einer hiesigen von meinen Hochgebietenden Herren Obern, der Hochlöbl. Ritzebüttelschen Stack-Deputation, gütigst veranstalteten Büchersammlung zum Gebrauch habe) nach und nach auszugsweise mitzutheilen, jedoch so, daß ich das Locale und diejenigen Elementarsätze, die alle Hydraulische Schriftsteller mit einander gemein haben, weglasse; hingegen das vorzüglich merkwürdigste und neueste ausshebe. Wollte aber Jemand, nach dem Wunsche einiger Gelehrten, sich entschließen, die ganze Raccolta buchstäblich zu übersetzen (ein Unternehmen wozu ich weder Zeit noch Lust habe) so bin

ich der Auszugsarbeit, die ich wahrlich nicht um Geldgewinstes Willen treibe, gern überhoben.

Ich schließe dieses in der gerührtesten und angenehmsten Empfindung über die höchst gewogentliche und nachsichtsvolle Aufnahme, welche

E. Hochedler und Hochweiser Rath,

wie auch einige Hochansehnliche Bürgerliche Collegia der freyen Reichsstadt Hamburg, dem ersten Band meiner Beyträge unverdient widerfahren zu lassen, gütigst geneigt haben. Werden meine geringen Kräfte nicht zureichen, Ihre Großmuth zu verdienen; so hoffe ich doch, daß die Unvollkommenheit meiner Bestrebungen wenigstens die Ehrfurcht und den Fleiß nicht schmälern werde, zu deren Erweisung Beruf und Dankbarkeit mich Denselben so sehr verpflichten.

Cuxhaven im April 1792.

Reinhard Woltman.

Inhalt

Inhalt

des ersten und zweyten Bandes der Beyträge zur Hydraulischen Architectur.

Erster Band.

Seedeichs-Wirthschaft.

Deiche und deren Zweck – – §. 1.
Unterschied von Meersfluthen und Regenfluthen, Seedeichen und Flußdeichen – – – §. 2.
Verschiedene Benennungen der Deiche – Zus. 3.
Was Marschlande oder See-Provinzen sind – §. 3.
Erklärung der Seedeichs-Wirthschaft – – §. 4.
Deichscommission – – – §. 5.
Was dieselbe zu untersuchen – – §. 6.
Bey welcher Höhe die Marschlande zur Oeconomie brauchbar – – – – Zus. 1.
Ob sie im ganzen zuwachsen oder abnehmen. Hrn. Tetens Meinung – – Zus. 2.
Ob Vortheil bey der Bedeichung – – §. 7.
Cautele der Deichscommüne – – Zus. 2.
Gründe zur Bestimmung der Deichslinie – §. 8.
Deichsbesteck, worin es bestehe – – §. 9.
Deichshöhe, ist nach den höchsten Sturmfluthen zu bestimmen – – – §. 10.
Wie die Höhe der ordinären Fluth zu finden – Zus. 1.
Deichshöhe ist von der ordinären Fluthhöhe an zu rechnen – – – Zus. 2.
Ueberhöhe des Deichs – – Zus. 4.
Sinken und Eintrocknen der Deiche, woher – Zus. 5.
Stärke des Deichs hängt ab von der Breite des Kamms – – – §. 11 A.
Und Anlage der innern Dossirung – — B.
Der äußern Dossirung – – — C.
Ob die letzteren, convex, concav oder geradlinig zu machen – – – Zus. 2.

Von der äußern und innern Berme – – §. 12.
Deichsvorland und Binnenland – – §. 13.
Schleuße und Schleußencanal – – §. 14.
Kayedeiche oder Schirmdeiche der Schleuße – Zuf. 2.
Ort der Schleußenthüren – – — 3.
Plan vom Deiche, Deichsgruben, Wege, Ströme und Getreide-Aecker – – §. 15.
Verdingung der Arbeiten – – §. 16.
Auf mehrere Jahre zu vertheilen – – §. 17.
Auffahrten (Schlippen) an Deichen – – §. 18.
Was bey Eintheilung und Verkauf des bedeichten Landes zu beobachten – – §. 19 – 22.
Unterhaltung des Deichs haftet auf dem Lande, das davon beschützt wird – – §. 23.
Repartition derselben, wenn ein Schlafdeich vorhanden – – – §. 24. 25.
Von Partial- und Generalwirthschaft – §. 26.
Von Deichs-Officianten – – §. 27.
Von Deichsrollen – – §. 28.
Eintheilungen des Deichs nach Kirchspielen der Provinz und Qualitäten des Deichs – §. 29 – 31.
Zumessung an einzelne Interessenten – §. 32.
Eintheilung der Deiche in Kabel die alle gleicher Länge sind – – – §. 33.
Grasnutzung und Weide der Deiche und des Vorlandes, was dabey zu beobachten – §. 34 – 37.
Stacketten, Schlagbäume und andere Gebäude auf Deichen – – – §. 38. 39.
Bäume und Gesträuche auf dem Deiche und Vorlande §. 40.
Schädliche Unkräuter und Thiere – §. 41. 42.
Passage, Fahrwege und Fußtritte auf Deichen – §. 43.
Treibzeug – – – §. 44.
Beschädigung durch Sturmfluthen, wie sie zu repariren §. 45.
Verstärkung der Deiche wie selbige zu bewerkstelligen §. 46.
Bestimmung der Nothhülfe (gemeinschaftliche Beyhülfe) – – – §. 47.
Grüne Deiche; Uferdeiche (Stroh- und Steindeiche) §. 48.
Lebendige und verwesliche Deiche – – Zuf. 2.
Von schleunigen Hülfsmitteln zur Zeit der Noth – §. 49.
Durchbruch und Ueberschwemmung – – §. 50. 51.
Wie der Deich wieder herzustellen – – §. 52.
Von ordentlichen Schauungen (Visitationes) – §. 53.
Von außerordentlichen Schauungen – – §. 54.
Instruction für Deichjuraten – – §. 55.

In-

Instruction für Deichgrefen – – §. 56.
für Ober = Deichgrefen – – §. 57.
Muster von generalen und speciellen Deichsrollen §. 57. 58.

Uferbefestigung.

Unbefestigte Ufer sind wandelbar – – §. 59.
Bewegung des Wasser aestuarisch oder strömend; Abspülung und Stromabbruch – – §. 60 – 62.
Bedenklichkeiten gegen Einbaue in Strömen – Zusatz.
Von den Mitteln gegen Abspülung des grünen Ufers §. 63.
Schlickfängereyen – – – §. 64.
Sandhägereyen – – – §. 65.
Revetement von Strohmatten – – §. 67.
Dasselbe von Felssteinen – – §. 69.
Unter welchen Umständen die Uferbefestigung nothwendig §. 70.
Fehler in Bewirthschaftung der Außendeiche oder Vorlande – – – §. 71.

Litterarische Beyträge.

I. Stück.

Vom Ausfluß des Wassers aus Gefäßen mit kleinen Oeffnungen – – Lect. 1 – 17.
Von springenden Wasserstralen – Lect. 18 – 24.
Mariottes Regel zur Bestimmung der Stralenhöhe geprüft – – – Lect. 25.
Senkrechter Stoß des Wassers – – Lect. 27.
Wassermenge, welche ein Stral gibt – Lect. 28.
Von horizontal springenden Sralen – Lect. 30.

II. Stück.

Bemerkungen zur physischen Geographie und Hydrometrie – – – 1 Th. Cap. 1.
Allgemeine Begriffe über regelmäßige Entwässerung durch Anschwemmung – – 2 Th. Cap. 2.

III. Stück.

Formel vom Ausflusse des Wassers aus einem Gefäße mit einer Oeffnung im Boden, verglichen mit Newtons Formel.
Ob fließendes Wasser eben so drücke wie ruhendes?

IV. Stück.

Vierfacher Zustand strömender Gewässer – §. 4.
Formeln für die Wassermenge aus simpeln Oeffnungen; Contraction – – – §. 5 – 9.

Aus=

Ausdrücke der Höhen, welche den Geschwindigkeiten zugehören bey simpeln Oeffnungen und Röhröffnungen §. 9 – 10.
Eine dritte und vierte Art der Contraction – §. 11. 12.
Erster Grundsatz von Bewegung des Wassers in offnen Canälen – – – §. 15.
Was Neigung oder Abfall, Querschnitt und Wand sey §. 16. 17.
Das eigenthümliche Gewicht flüssiger Massen hat keinen Einfluß auf ihre Bewegung. — Bemerkung des Hrn. Hofr. Lichtenberg über Flüssigkeit §. 18 – 22.
Zweyter Grundsatz für gleichförmige Bewegung §. 20. 21.
Druckhöhe und Abhang – – §. 22 – 25.
Formel für gleichförmige Geschwindigkeit — §. 26.
Wie der Widerstand von der Geschwindigkeit, von der Größe und Gestalt des Bettes abhangen – §. 27 – 33.
Mittlere Halbmesser des Querschnitts – daselbst.
Ueber Reiben und Anklebrigkeit des Wassers §. 34 – 41.
Erinnerung gegen den Autor – – daselbst.
Wie die Geschwindigkeit mit dem Abhang des Bettes in Verhältniß stehe – – §. 42 – 45.
Die Formel über gleichförmige Bewegung ganz allgemein zu machen – – – §. 46 – 51.
Kurze Wiederhohlung der Grundsätze – §. 51 – 54.
Uebereinstimmung der Versuche mit der Formel – §. 55.
Des Autors Formel auf einfache und wissenschaftliche Gründe zurück geführt – – §. 56. 57.
Theorie der Flußbette – – §. 58 – 63.
Unterschied der Geschwindigkeit des Stroms in der Oberfläche und am Boden – – §. 64 – 69.
Gegenseitige Wirkung des Stroms und sein Bette; Widerstand verschiedener Materien – §. 70 – 73.
Wie der Sand vom Strom fortgewälzt werde – daselbst.
Allgemeiner Ausdruck des Widerstandes – §. 74.
Entstehung der Flußbetten – – §. 75 – 78.
Beharrungsstand; Normale (regime) des Stroms; dauernde und periodische Anschwellungen – §. 78 – 81.
Beharrliche Figur des Bettes im geraden Laufe und in Krümmungen – – – §. 81 – 86.
Bricolwinkel und Krümmungswinkel – §. 87 – 92.
Die Krümmungen der Flüsse zu ziehen – §. 93 – 100.
Widerstand durch die Krümmungen verursacht §. 101 – 110.
Anwendung der Theorie, Probleme. Die Wassermenge und normale Geschwindigkeit sind gegeben; den kleinsten Abhang und Querschnitt des Bettes zu bestimmen – – – 110 – 111.

Wasser=

Wassermenge, Abhang und Geschwindigkeit bekannt; die Größe des Bettes zu bestimmen – §. 112 – 117.
Querschnitt und Geschwindigkeit bekannt; es werden mehrere Flüsse von bekannter Wassermenge in demselben vereiniget: die Vergrößerung des Bettes und dessen Abhang zu finden – – §. 118 – 121.
Das Bette bleibt unverändert; wie hoch eine hinzukommende bekannte Wassermenge den Fluß erheben werde – – – §. 123 – 127.
Ein Fluß hat Krümmungen, wie viel er sich durch eine gegebene Rectification erniedrigen werden §. 128 – 135.
Die überfließende Wassermenge einer Wehre zu finden – – – §. 141 – 143.
Die Wassermenge bekannt, die Höhe des Ueberlaufs zu bestimmen – – – §. 144 – 157.
Ein Strom wird beengt, wie viel die Aufstauung betrage – – – §. 158 – 161.
Schiffbarmachung kleiner Flüsse – §. 161 – 169.
Canäle. Wie sie von Flüssen unterschieden; Absturz am Eingange; Wassermenge – §. 170 – 178.
Abhang und Breite des Canals nebst Höhe des Wasserhälters sind bekannt; die Wassertiefe desselben zu finden – – – §. 179 – 180.
Wassermenge und Abhang sind gegeben man verlangt die Abmessungen – – §. 181 – 189.
Von Canälen mit Schotten oder Fallthüren – daselbst.
Von Entwässerungscanälen und ihren Anschwellungen – – – §. 198 – 212.
Von der angemessenen Gestalt der Brückenpfeiler und Schleußenwangen – – §. 212 – 220.
Ursache welche die Beschleunigung des Wassers aufhalten daselbst.
Bemerkung über schwimmende Körper – §. 220 – 225.
Bewegung des Wassers in Wasserleitungen §. 225 – 226.
In Wasserleitungs = Röhren – – §. 227 – 238.
In simpeln Oeffnungen – – §. 239 – 244.
Druck des fließenden Wassers – – §. 253 – 264.
Von springenden Stralen – – §. 265.

Zweyter Band.

Bemerkungen von Hrn. General-Inspector Brünings über einige Grundsätze der Seedeichs-Wirthschaft.
Beweis, daß Wassertheilchen keine Friction an einander haben.

Theorie des Deichbaues.

Erklärung von Deich, Erde und Theorie – §. 1.
Gestalt der Deiche besteht in Lage und Profil – §. 2.
Die beste Gestalt – – – §. 3.

Lage der Deiche.

Erklärung der besten Lage – – §. 4.
Wie weit sie durch die Ufer bestimmt werde – §. 5.
Ob Ufer und Strand dem Lande oder Wasser angehöre – – – – §. 6.
Ufer und dessen Grenze werden durchs Gesetz bestimmt §. 7.
Hrn. von Cancrins Meinung über die Breite der Ufer – – – das. Zus. 2.
Gesetzmäßige Ufer sind keinem Abbruch unterworfen §. 8.
Deiche haben außer dem Ufer noch Vorland nöthig – §. 9.
Breite des Vorlandes nach Italiänischen Schriftstellern, nach Hr. Buat; Hr. Brünings, Hr. Tetens daselbst.
Ufer und Vorland zusammen bestimmen die Entfernung des Deichs vom Strom – – §. 10.
Die Lage des Deichs hat Bezug auf die Richtung des Stroms, des Windes und Figur des Landes; Benennung der Deiche nach diesen Beziehungen – §. 11.
Längs gekrümmten Flüssen ist keine Deichslage von einförmiger Güte möglich – – §. 12.
Postulata zur Bestimmung der besten Deichslage – §. 13.
Die Deichslinie in lauter gerade Linien mit aus- und eintretenden Ecken zu verwandeln – §. 14.
Theorie der austretenden Ecken, zu deren Abrundung Zirkelbogen zweckmäßig und zureichend sind §. 15 – 18.
Theorie der eintretenden Ecken, zu deren Abrundung die conischen Sectionen zweckmäßig und hinreichend sind – – – §. 19 – 22.
Zirkelbogen, Parabel, Ellipse und Hyperbel im Felde abzustecken – – – §. 23.
Schwierigkeit zu diesen Linien ihre parallelen zu construiren. Schreiben an Hrn. Hofr. Kästner. Allgemeine Theorie paralleler Curven von dem Hrn. Hofr. Kästner – – §. 24. Nr. 1 – 10.

Was

Was Leibniz und Bernoulli über Parallelen angemerkt – – – Nr. 11 – 15.
Die Theorie des Hrn. Hofr. K. von ihm selbst auf Exempel von der geraden Linie und Parabel angewandt – – – Nr. 17 – 37.
Wie man die Subnormallinie bequem gebrauchen könne – – – Nr. 39. 40.
Auszug eines Briefes vom Hrn. Hofr. K. nebst einem fernern Beytrag zur Erläuterung über parallel seyn.
Wie man in der Fortification die innern und äußern Umrisse der Wälle und Gräben parallel ziehe Nr. 42 – 51.
Wenn innerer und äußerer Umfang ähnlich sind Nr. 52 – 57.
Aehnliche Figuren können auch parallel heißen aber nicht in ungeänderter Weite. Parallel seyn und Aehnlichkeit trefen bey regulären Figuren zusammen Nr. 58 – 60.
Anwendung auf krumme Linien – Nr. 61 – 65.
Aus dem Vortrage des Hrn. Hofr. K. ergeben sich vier Methoden zu gegebenen krummen Linien Parallelen zu verzeichnen – – – Nr. 66.
Bemerkungen über diese Methoden. Wie die Gleichung des Hrn. Hofr. zu verändern, wenn die Parallele außerhalb der gegebenen liegt. Anwendung auf Zirkelbogen – – – Nr. 67 – 70.
Gleichung für innere und äußere Parallelen der Parabel, Ellipse und Hyperbel – – Nr. 72 – 74.
Anwendung der Normallinien zur Parabel, Ellipse und Hyperbel abzustecken – – Nr. 76.

Profil der Deiche.

Die Untersuchung über das beste Profil hat mehr Schwierigkeiten als über die beste Lage – §. 25.
Postulata oder Bedingnisse des besten Profils §. 26 – 27.
Kräfte, welche den Deich zu zerstören trachten. Nothwendige Eigenschaft der Deichs-Erde – §. 28.
Die Schwere trachtet den Deich zu zerstören; wird von der Friction widerstanden. Bestimmung des Widerstandes – – §. 29. Zus. 1.
Fehlerhafte Erklärung und Rechnung des Hrn. Silberschlags – – – §. 29 Zus. 2.
Möglichkeit der Deiche beruht auf Friction – Zus. 3.
Zusammendrückung und Sinken der Erde. Ursache und Einfluß auf die Gestalt des Deiches – §. 30.
Einfluß von Wind und Regen; Nothwendigkeit einer Bedeckung (revetement) des Deichs – §. 31.

Erfor-

Erforderliche Eigenschaften der Bedeckung hat der grüne Rasen – – – – §. 32.
Andere Arten von Bedeckungen – – Zus.
Ausdruck für die Festigkeit des Rasens – §. 33.
Die Schräge des Deichs nach der Festigkeit des Rasens zu bestimmen – – – §. 34.
Nützliche und schädliche Thiere zur Conservation des Rasens – – – – Zus.
Hygrometrische Eigenschaft des Deichs. Einfluß auf die Gestalt des Profils – – – §. 35.
Resultate aus dem Einfluß der Schwere und Witterung für die Gestalt des Profils – – §. 36.
Das bisherige ist allen Erdwällen, Dämmen und Terrassen gemein. Die eigentlichen Deiche werden abgesondert. Kräfte des Wassers, welche dagegen gerichtet sind – – – §. 37.
Höhe des Deichs, Druck und Friction der Erde ist bekannt; die Anlage des Deichs zu bestimmen, welche nöthig ist, dem wegschiebenden Druck des Wassers das Gleichgewicht zu halten – §. 38 - 39.
Wie Brahms gerechnet. Erinnerungen gegen Silberschlags Rechnung – – das. Zus. 1.
Die Bestimmung gilt für hohe und niedrige Deiche; für das ganze Profil wie für einzelne Theile – das. Zus. 2.
Bestimmung der Basis, nach der Hypothese, daß das Wasser den Deich umzuwälzen strebe – §. 40.
Auf Cohäsion der Erde ist nicht zu rechnen – das. Zus.
Bestimmung der Basis für Trapezförmige Deiche oder Mauer – – – – §. 41.
Vom Eindringen und Durchseigen des Wassers als einer dritten Wirkung des Drucks – – §. 42.
Von der Kraft des strömenden Wassers gegen den Deich – – – – §. 43.
Vom Stoße des Eises – – §. 44.
Profil der Flußdeiche zu determiniren – §. 45 - 47.
Profil der Seedeiche – – – §. 48.
Das Profil auszuführen, wenn die äußere Dossirungslinie parabolisch seyn soll – – §. 49.
Wenn sie hyperbolisch seyn soll – – §. 50.
Wenn die nöthige Stärke des Deichs am Kamm und am Fuße wenig verschieden ist, so verdient die gerade Linie den Vorzug – – §. 51.
Von guten und schlechten Situationen in Rücksicht auf Seewinde – – – – §. 52.

Ob man bey dem Profil darauf rechnen müsse, daß künftig die Fluthen höher steigen werden als bisher; und wie? – – – – §. 53.
Ueberlaß = Deiche sind meistens ohne Nutzen daselbst Zus.
Untersuchung über die Gestalt der Ueberlaß = Deiche (reverſoirs) – – – §. 54.

Gestalt der Seeufer.

Unterschied der Deutschen und Niederländischen Ufer von den übrigen Küsten der Weltmeere – §. 55.
Anwachs des Ufers durch Anschwemmung des Schlamms; natürliches Gesetz der Anschwemmung (alluvion) – – – §. 56.
Alluvions = Curve ist eine Logarithmische Linie – §. 57.
Gestalt der Schlamm = Behältnisse – – §. 58.
Anhägerung des Sandes für Seeufer sehr wichtig – §. 59.
Die Ufer, welche unmittelbar befestiget werden, sind in eine regelmäßige Linie, wie die Deichslinie zu verwandeln – – – – §. 60.
Von der Festigkeit und Gestalt der Strohbestickungen §. 61.
Praliminär Bemerkungen über die Festigkeit der Stein = Dossirungen – – – §. 62.
Festigkeit der Lage einzelner (isolirter) Steine. Bewegungsgesetz nach welchem Sand und Steine vom Strom fortgeführt werden zuerst vom **Brahms** angegeben – – – – §. 63.
Festigkeit der Steine in continuirlichem Steinlager, Steindossirungen – – – §. 64.
Ueber die beste Gestalt der Steindossirungen – §. 65.
Bemerkung von dem Hrn. Baumeister **Sonnin** das. Zus.
Theorie und Construction der Dossirungscurve – §. 66.
Die Curve hat acht unendliche Aeste die paarweise einander gleich sind – – das. Zus.
Wie die Dimensionen der Steindossirung von dem Locale und von der Größe der Steine abhängt – §. 67.

Theorie des Stackbaues am Seestrande.

Unterschied der grünen Ufer des Strandes oder Watten von den Ufern der Stromschläuche – §. 68.
Erniedrigung des Wattes oder Strandes ist mit Annäherung des Stroms verbunden – – §. 69.
Nothwendigkeit der Stacken, Methoden zu Stromsondirungen von der Ritzebüttelschen Stack = Deputation vorgeschrieben – – – §. 70.
Wann und wo ein Stackwerk zu construiren – §. 71.

Direction der Einbaue oder Stacken – §. 72.
Länge derselben – – – §. 73.
Profil oder Gestalt derselben – – §. 74.
Construction derselben – – §. 75.
Entfernung derselben – – §. 76.
Krümmung der Ströme. Krümmungshalbmesser daselbst.
Wie die Entfernung von der Länge abhange – §. 77.
Vortheilhafteste Anordnung der Länge und Entfernung §. 78.
Ein Beyspiel in Zahlen wird von dem Elbestrom zu Curhaven gegeben – – das. Zus. 2.
Rectification des Waatstroms, durch Hrn. Br. – das.
Hauptproblem über Einbaue in Landströmen von dem Herrn Etats-Rath Tetens aufgelöset – §. 79.
Bemerkungen und Folgerungen aus diesem Problem für die Practik – – – §. 80.

Litterärische Beyträge.

V. Stück.

Niedrige Ufer mit Bäumen und Gesträuche zu befestigen – – – Pars I. Cap. 1.
Hohe Ufer mit dergleichen Plantation zu befestigen P. I. C. 2. 3.
Die Plantation gegen reissende Ströme sicher zu stellen – – – – P. I. C. 4.
Tiefe Stellen (Kölke) mitten im Strombett anzuschlämmen – – – P. I. C. 5.
Ob die Plantationen auch an den Ufern der Ausflüsse (Mündungen) der Ströme anwendbar P. I. C. 6.
Wenn der Strom senkrecht auf das Ufer steht P. I. C. 7–8.
Vortheile der lebendigen Uferbefestigungen P. I. C. 9.
Ueberschwemmungen zu verhüten durch Erhöhung der Ufer – – – P. II. C. 1.
Die Entwässerung des Landes durch Erhöhung desselben zu befördern – – P. II. C. 2.
Die abfließenden Wasser zu erheben – P. II. C. 3.
Sand und Kies in den obern Gegenden der Flüsse zurück zu halten – – P. II. C. 4.
Von Austiefung des Strombettes – P. II. C. 5.
Von Beengung des Strombettes – P. II. C. 6.
Ströme zu rectificiren – – P. II. C. 7.
Das Strombette durch künstliche Ausspülungen auszutiefen – – – P. II. C. 8.
Sand und Kies mit Maschinen in Bewegung zu setzen – – – – P. II. C. 9.

Das

Das Strombette mit Maschinen auszutiefen P. II. C. 10.
Die Strombahn zu verändern – P. II. C. 11.

VI. Stück.

Von Flüssen, welche durch die Natur gebildet worden Lect. 1.
Von Flüssen, welche durch Industrie der Menschen gebildet worden – – Lect. 2.
Von Construction der Deiche; von welcher Erde und auf welchem Grunde – – Lect. 4.
Richtung der Deichslinie in Rücksicht auf den Strom Lect. 5.
Von der nöthigen Höhe der Deiche – Lect. 6.
Von der Größe und Gestalt der Deiche – Lect. 7.
Von Deichen an den Ausflüssen der Ströme – Lect. 8.
Bekleidung der Deiche mit Steinen und mit Holz Lect. 9–10.
Von den Mitteln die Deiche zu conserviren – Lect. 11.
Von den vornehmsten Ursachen der Corrosion – Lect. 12.
Von Corrosionen durch übel angewandte Mittel vergrößert – – – Lect. 13.
Von Corrosionen die zum Beharrungsstande gelangt sind – – Lect. 14.
Von der Curve welche einer Stromkrümme von mehrern Bricollen angemessen ist Lect. 16. 17.
Von den Mitteln gegen nothwendige und beharrliche Corrosionen – – Lect. 18.
Von den Mitteln gegen zufällige Ufereinrisse – Lect. 19.
Von den Mitteln gegen mondförmige Einrisse – Lect. 20.
Gegen dieselben wenn sie durch Wirbel verursacht werden – – Lect. 21.
Von der Lage, Höhe, Länge und Direction der Einbaue – – Lect. 22.
Von beweglichen Einbauen – – Lect. 23.
Von festen Einbauen – – Lect. 24.
Von der Art wie Einbaue wirken, nöthige Vorsicht bey der Construction – – Lect. 25.
Von Senkwasen oder Schanzkörbenwerk – Lect. 26.
Von Durchschnitten oder Rectificationen der Flüsse Lect. 27.
Von Durchbrüchen und wie man ihnen zuvorkomme Lect. 29.
Von der Art die Durchbrüche wieder herzustellen Lect. 30.
Von zweyen Durchschnitten die neuerlich bewerkstelliget Lect. 28.

VII. Stück.

Von Entwässerung der Ländereyen erste Maxime Lect. 1.
Zweyte Maxime – – Lect. 4.
Dritte Maxime – – Lect. 5.
Vierte Maxime – – – Lect. 7.

Fünfte Maxime – – Lect. 8.
Sechste Maxime – – Lect. 9.
Abzugsgräben, die sich in Recipienten ausleeren, welche keiner Anschwellung unterworfen – Lect. 10.
Vom äußern Schleußencanal – – Lect. 11.
Vom Abwässerungen die ins Meer geschehen ꝛc. – Lect. 12.
Von Entwässerung eines triftigen Morastes – Lect. 14.
Von Acquitrinen – – Lect. 15 – 16.
Ueberschwemmungen abzuleiten – Lect. 17.
Austrocknung meerwässeriger Sümpfe – Lect. 18.
Abwässerungen zur Reinigung der Seehäfen – Lect. 19.
Von den Sümpfen und ihren Ursachen – Lect. 22.
Allgemeiner Grundsatz zur Entwässerung der Sümpfe Lect. 23.
Entwässerung durch Anschwemmung – Lect. 27.
Anschlämmung durch den unbeschränkten Fluß – Lect. 28.
Durch einen regelmäßigen Canal – Lect. 29.
Nothwendige Sümpfe – – Lect. 30.

VIII. Stück.

Von den Dämmen vor Weihern, Teichen und Landseen Cap. 1.
Von Werken längs den Ufern der Ströme – Cap. 2.
Kayen – – – Abschn. 1.
Herrn Prof. Büsch's Grundsätze über den Druck der Erde weiter ausgeführt – – daselbst.
Deiche – – – Abschn. 2.
Uferbefestigungen von Faschinen – Abschn. 3.
Eindämmungen – – Cap. 3.
Von Ueberlaß = Deichen – – Cap. 4.
Von Stackwerken – – – Cap. 5.
Von Umdämmungen – – Cap. 6.

IX. Stück.

Ueber die beste Gestalt der Deiche.

X. Stück.

Ueber Seedeiche im Allgemeinen und die Fünftheilen= Deiche von Friesland insbesondere.

XI. Stück.

Ueber die Friesländischen Fünftheilen= Deiche.

XII. Stück.

Drey Preisabhandlungen über den Züricher Ort in Friesland.

Bemerkungen

von dem Hrn. General-Inspector Brünings über meine Grundsätze der Seedeichs-Oeconomie.

Da ich zu des (S. T.) Hrn. **Brünings** Urtheil in diesen Angelegenheiten das größte Vertrauen habe, so bat ich Ihn, mir seine Meinung über meine erste Abhandlung unverhalten und ohne freundschaftliche Rücksichten mitzutheilen. Hr. **Br.** hat die Güte gehabt hierin zu willfahren. Er hat nicht etwa bloß das fehler- oder zweifelhafte ausgehoben, sondern Er sagt auch etwas Gutes darüber, wovon ich mir nur ein Paar Zeilen im allgemeinen mit anzuführen erlaube.

(Weil in allen Deutschen Seeprovinzen die Holländische Sprache genugsam bekannt ist, so brauche ich Hrn. **Br.** eigne Worte.)

In't algemeen echter maak ick geene Zwarigheit van te zeggen, dat een Dykgemeenschap (of zo als wy het noemen, Heemraadschap of Polder) wel, en ten meersten voordeele der Ingelanden (Interessenten) bestierd zal worden, wanneer man de door U vorgedragen Regels stiptelyk volgt, en in't byzonder, wanneer by de Dyk-Officianten die bekwamheden en Verdiensten gevonden worden, die uwe mit Recht vorderd. — By ons („*tout comme chez nous*„) is het 'er Helaas! verre van daar.

Gy hebt my voor't overige uitgenoodigd om U myn Gedachten over deeze en geene byzonderheden in uwe Verhandeling vorkommende meede te deelen. Dit zal ik thans kortelyk doen, zo als ze my onder het leezen bygevallen zyn.

§. 11. lit. A.

Word de Kruin van alle Zeedyken op 7vt. gesteld. — Dit kan misschien an de locale Ver-

eiſchten voldoen. Doch een eigentlyke Zeedyk behoort nooit minder dan 12vt. kruin te hebben. Want wanneer de zee *in haare beweeging* tot 1vt. beneden deezen kruin klimmen kan; dan bied zodanige kruinen (die buiten het verband met het overige Ligchaam van den Dyk, als op zich zelve ſtaande beſchouwd moet worden) te geringen Weerſtand, en loopt gevaar van over te ſtorten.

lit. B.

De Binnen-Dorſseering ales $1 : 1\frac{1}{2}$ — By onze Dyken, die aan de monden der Rivieren gelegd zyn, is die Dorſseering als $1 : 2\frac{1}{2}$ à 3. — En in de daad wanneer men bedenkt, dat de binnen Dorsſeering vornamlik mede werkt, om het wegſchuiven van den Dyk te keer te gaan; dan oordeel ik, dat men dezelve niet to ligt maaken moet. Is het ſtaal of de Grond waarop de Dyk angelegd word niet te vertrouen; dan moet althans die Baſis der Binnenglooying breed genoeg genomen worden.

Der Hydroſtatiſche Druck des Waſſers iſt aller Orten gleich (der geringe Unterſchied zwiſchen Meer- und Flußwaſſer abgerechnet). Wenn man auch einerley Erde, (nähmlich gute Marſch- oder Klayerde) wie ich gethan, voraus ſetzt: ſo ſcheint es, daß nothwendig diejenigen Dimenſionen des Deichs, welche vom Druck des Waſſers und von Beſchaffenheit der Erde abhangen, nähmlich Kamm und Binnen-Doſſirung ganz allgemein gelten und aller Orten gleich ſeyn müſſen. Weiter ſage ich hierüber nichts, bis Hr. **Brünings** meine gegenwärtige Abhandlung wird geleſen haben, aus welcher ſich ergibt: 1) wie die verſchiedenen Dimenſionen von den verſchiedenen Beſchaffenheiten der Erdarten abhangen; 2) wie der Kamm (wenn er nicht als ein lothrechtes rectangulum, ſondern als ein ſchiefes mit der Binnen-Doſſirung parallel liegendes Parallelogram genommen wird) überhaupt kein ſo weſentliches Stück des Deichs ſey, als man gewöhnlich dafür hält. — Ein großer Theil Holländiſcher Seedeiche

ſind

sind auch an der äußern Seite zu steil und unmittelbar am Fuße mit hohem Pfalwerke versehen, welche aufbrausende Wogen (Branding, Spatting) veranlassen, die gleichsam von oben auf den Deich stürzen und den Kamm abspülen, wenn er nicht sehr breit ist. Das sind aber keine **regelmäßige** Deiche, als ich voraus setze, sondern wahre Difformitäten, auf welche also meine Grundsätze nicht geradezu anwendbar sind. Uebrigens achte ich zwey Bemerkungen des Hrn. **Br.** für völlig begründet. **Erstlich**, daß das Deichsprofil nicht bloß als ein zusamme hängendes Ganze, sondern theilweise und die Theile auf einander ruhend, müsse betrachtet werden. Stellt man nähmlich das Profil in lauter horizontale bewegliche Schichten getheilt sich vor, so muß jede Schicht, die obere so gut wie die untere, dem wegschiebenden Druck widerstehen können. (S. gegenw. Theorie §. 39. Zus. 2.) **Zweytens**, daß auf unfestem Grunde eine breitere Basis nöthig sey. Der Druck des Deichs kann freylich dadurch nicht vermindert werden, aber das Ausweichen des Grundes geht vermuthlich unter einer breitern Basis nicht so leicht von statten.

lit. C.

De zwarste buiten Dorfseering als 1:8. — By onze Zeedyken hebben die doorgaans als 1:11 (uitgezondert aan de Zuider-Zee, alwaar de Dyken met Steen en Stackwerken beschermd worden). In deezen Zommer (1791) heb ik an den Hoek van Holland (dat is an de Noordzee by Scheveningen) een Dyk doen leggen, wiens buiten-Dorfseering is als 1:11. — De vermaarde westkappelsche Dyk in Zeeland is 25 vt. hoog, de kruin 12 vt., de buiten-Dorfseering als $1:14\frac{2}{5}$; en kan nochthans zonder bekramping met Stroo niet tegen de Zee bestaan.

Der Westkappeler-Deich, den ich selbst gesehen habe, und der das stärkste Profil unter allen bekannten Deichen in Europa hat, liegt **ohne alles Vorland** unmittelbar am Meer, und besteht, wo ich mich recht

erinnere, **aus purem Sande**, nur die äußere Dossirung ist mit einer dünnen Schicht guter Erde bedeckt, in welcher die **Strohkrampen** befestiget werden. Der Fuß ist mit einer Vorlage von **Felssteinen** bedeckt. Vielleicht ist etwas ähnliches bey den übrigen Deichen von welchen Hr. **Br.** redet, anzutreffen. Ich habe aber allezeit **grüne** Deiche folglich etwas **Vorland** auch gute oder gewöhnliche **Deichserde** voraus gesetzt. Findet unter diesen Voraussetzungen Hr. **Br.** meine Angabe zu schwach, so gestehe ich, zu seinen gründlichen Kenntnissen und vieljähriger Erfahrung und Ausübung mehr Zutrauen als zu den meinigen zu haben, und Ihm hierin völlig nachzugeben.

Angenommen also, daß ein Seedeich oben nahe am Kamm die Dossirung 1 : 11 haben müsse, um den angeschwollnen Meerswogen zu widerstehen; so wird Hr. **Br.** doch vermuthlich zugestehen, daß diese Stärke bey weiten nicht nöthig sey unten am Fuße, wo immer nur kleine Wellen sich generiren können. Hier möchte eine Schräge wie $1 : 2\frac{1}{2}$ zureichend seyn. Um sicher zu rechnen, will ich die kleinste Schräge am Fuße der äußern Dossirung $1 : 3\frac{1}{2}$ setzen, und Beyspielshalben ein Exempel von Ersparung der Kosten durch Anwendung der Curve, wovon in der Vorrede Erwähnung geschehen, geben. Es sind also die größte Schräge $= \frac{11}{1}$ und kleinste $= \frac{3\frac{1}{2}}{1}$; nebst der Deichshöhe $= h$; bekannt, und die Stärke der Dossirung soll von dem Fuße gegen den Kamm in einer arithmetischen Progression zunehmen. Es sey Fig. 21 AC die Curve der Dossirung, $AP = x$; $PM = y$; $BC = h$; die Differenz der Progressionsglieder $= D$: so ist (nach §. 66. folg. Abhandl.)

$$y = Dxx + (a - \tfrac{1}{2}D)\,x$$

$$ydx = \tfrac{1}{2}Dxxdx + (a - \tfrac{1}{2}D)\,xdx.$$ Das Integrale $\int ydx = \frac{1}{6}D.\,x^3 + \frac{1}{2}(a - \frac{1}{2}D)\,xx$; ist der Flächeninhalt des Stücks APM. Für $y = h = BC$; ist $x = AB = N$; und der Quadratinhalt von ABC ist $= \frac{1}{6}DN^3 + \frac{1}{2}(a - \frac{1}{2}D)\,N^2$. Dieß von dem

rectan-

rectangulo $AB \times BC = Nh$, abgezogen gibt die Quadratur der Curve oder den Inhalt des Deichprofils $= Nh - [\frac{1}{6} DN \dotplus \frac{1}{2} (a - \frac{1}{2} D)] NN = K$. Der geradlinigen Dossirungsinhalt wäre $\frac{1}{2} h \times 11 h = \int \frac{1}{2} hh = L$; und diesen Ausdrücken K und L sind die Kosten proportional. Um die Verhältniß K:L zu übersehen muß alles in Zahlen verwandelt werden. Es sey die Deichshöhe über das Land = 20 Fuß = 10 Ellen; so ist $h = 10$; und (aus §. 66. V.) $N = \frac{2h}{a \dotplus v} = \frac{20}{\frac{1}{11} \dotplus \frac{1}{3\frac{1}{2}}} = 53{,}1$; $D = \frac{v - a}{N - 1} = \frac{\frac{1}{3\frac{1}{2}} - \frac{1}{11}}{52{,}1} = \frac{15}{4011{,}7} = 0{,}0037$. Das gibt K = 347 Quadratellen, und L = 550 Quadratellen; also L:K = 550:347 = 100:63½; oder die Ersparung beträgt ungefähr 37 pro Cent. Und weil die Curve oben gegen den Kamm gleiche Stärke mit der geraden Dossirung hat, so werden beide einerley Sicherheit gegen Durchspülung der stärksten Meerswogen gewähren. Sollte die Dossirungslinie ein **Parabelbogen** mit der größten Schräge 11:1 und der kleinsten $3\frac{1}{2}$:1 seyn, so finde ich nach der Methode die ich im 49 §. vorgetragen den Inhalt des Profils 425 Quadratellen und die Ersparung $22\frac{2}{3}$ pro Cent. Sollte sie endlich eine vollständige **halbe Parabel** mit der größten Schräge 11:1 seyn, so wäre derselbe Inhalt $366\frac{1}{2}$ Quadratellen und die Ersparung etwa $33\frac{1}{3}$ pro Cent: aber dieser letzte Fall kann in Praxi nicht statt haben. Der Parabelbogen hingegen ist zum Profil geschickt und hat auch das Gute mit der arithmetischen Progressions-Curve gemein, daß sich das Deichsprofil quadriren läßt, welches zur Berechnung der Kosten nöthig und bey den meisten übrigen Curven auf eine in Praxi brauchbare Art nicht thunlich ist. Die Basis des Deichs bey dem Parabelbogen finde ich im gegenwärtigen Fall $72\frac{1}{2}$ Ellen bey der arithmetischen Progressions-Curve ist sie $53\frac{1}{10}$

Ellen, und bey der halben Parabel würde sie 55 Ellen bey der geraden Linie aber 110 Ellen seyn. — Wenn Hr. **Br.** seinen Deich vielleicht nach einer geraden Linie und mit einer so großen Basis genommen hat, so kann man seinen Einsichten es zutrauen, daß besondere Ursachen dazu vorhanden gewesen sind: z. B. der Deich mag eine Sanddüne, oder der Vorstrand verloren, oder der Grund weich und nachgiebig seyn. Wofern aber der größte Theil Holländischer Seedeiche so gebauet wäre, so müßte ich doch aufrichtigst gestehen, dergleichen Bauart gegen die Regeln der guten Oeconomie und gleichförmigen Stärke des Deiches keinesweges als nachahmliche Muster billigen zu können, so sehr ich auch sonst wohl einsehe, daß die Simplicität zur großen Bequemlichkeit der Deichbaumeister und zum Vortheil der Entrepreneurs gereiche.

Beyläufig: Von dem berühmten Westkappeler Deich, sagt Herr Prof. **Pestel** (Comm. de Repub. Batava p. 41) est ille (agger westcappelensis) longus *perticas*, circiter 890; latus $32\frac{1}{2}$; altus 25. — Aus Hrn. **Br.** Angabe erhellt, daß letzteres 25 pedes muß gelesen werden.

Hr. Prof. **Frisi** (Mechanica univ. Mediolani 1783. pag. 446) sagt von demselben Deiche: Hanno quelle Dighe *tre* pertiche Ollandesi di altezza sopra trenta cinque vi basi. Nach Hrn. **Br.** Angabe ist die Höhe 25 Fuß. Es muß also *due* pert. heissen.

§. 14. Zus. 3.

De Binnen-Deuren eener uitwaterende Sluize onder de Kruin des Dyks te maaken. — Hiervon begreyp ik de reden niet. By al dien deeze Binnen-Deuren aan de Binnen Teen des Dyks gemaakt worden, even gelyk de buiten-Deuren aan de buiten Teen of ook Dorsfering; dan kan men dezulven, by voorkommende Gebrecken gemakkelyk daar uit haalen an nazien.

Wenn die Schleuße so construirt würde, daß sie wie eine feste Röhre in allen ihren Theilen anzusehen wäre;

so

so dürfte die Stelle der Thüren gleichgültig, oder die bequemste die beste seyn. Aber bey der Construction der Schleußen insonderheit bey hölzernen, pflegt durchgehends darauf gerechnet zu werden, daß der Druck des Deichs zur Befestigung der Schleußen-Decke beytragen solle. Spült nun ein Theil des Deichs von außen (seewärts) weg; so kann auch ein Theil der Schleußendecke verloren gehen und das Wasser in das Land dringen, wenn nicht das zweyte Paar Thüren weiter rückwärts unter dem Deich, nähmlich unter dem Kamm liegt. Läge dieß zweyte Paar aber noch weiter rückwärts als der Kamm, und z. B. am Fuße der Binnen-Dossirung, so dürfte die Schleußendecke, benebst dem Druck der Binnen-Dossirung nicht zureichend seyn, dem Hydrostatischen Druck des Wassers das Gleichgewicht zu halten, und die Binnen-Dossirung könnte also gehoben werden, oder das Wasser daraus wie aus einer Fontäne hervor springen. — Fast vermuthe ich, daß Hr. **Br.** unter **Binnen-Thüren** die **Ebbe-Thüren** verstehe, womit die Schleußen zuweilen versehen werden, um zur Zeit großer Dürren dem Wassermangel vorbeugen, oder den Abfluß hemmen zu können. Diese liegen ohne Zweifel am geschicklichsten unter dem Fuße der Binnen-Dossirung.

§. 35 und 38.

Het bewyden van Zeedyken achten wy, zelfs des Zommers, nadeelig, om dat in regenächtige tyden, het vee (voornaamlyk Koeyen en Paarden) den Grond te veel oemwoelt en de gras-zoden beschädigt. Schapen echter zyn voordeelig. Daaren boven zyn de nodige affchüttingen schadelyk al worden zy voor den Winter weggenoomen, dewyl de daby gebruikte paalen altoos gaten en holligheden teruglaaten.

Daß die Weide für Seedeiche vortheilhaft sey, hat sich hier noch bey der hohen Fluth am 22. März 1791 an einem hiesigen so genannten Steinmarner Seedeich sehr augenfällig bestätiget. Dieser Deich war seit einigen

Jahren

Jahren auf zwey Drittheil geweidet, ein Drittheil aber davon ausgeschlossen und die Gräser dem ungestörten Wachsthum überlassen worden. Der beweidete Theil hatte, nachdem die Fluth vorüber war, nicht den allermindesten Schaden. Der unbeweidete aber hatte eine unzählige Menge kleiner Einrisse oder äußerer Verletzungen des Rasens (**Schorfereyen** wie sie es hier nennen). Seitdem wird der ganze Deich geweidet. — Im übrigen halte Hrn. **Br.** Bemerkung, daß Schafe vortheilhafter sind als großes Vieh: wie auch daß die Stacketenwerke schädlich sind, für vollkommen gegründet.

§. 46. Zus. 1.

Een nieuwe Klamp aarde te leggen op de groene oude Dorfseering, kan ik ondanks de bygebragte Redenen volgens myne ondervindig niet goed keuren, diewyl er in zodanig geval nimmer eene volkommen Vereenigung tuschen het oude en nieuwe Werk plaats heeft.

Dieß ist ein erheblicher Punct, welcher wenigstens zu vielen Streitigkeiten in der Practik Anlaß geben kann, und über welchen ich gern mit Hr. **Br.** mich vereinigen möchte. Die angeführte Erfahrung, daß im vorliegenden Falle alte und neue Erde sich nicht vereinigen gebe ich zu. So oft nähmlich über festen Rasen oder Strohmatten Erde hergefahren und nach mehrern Jahren wieder weggespült wird, bleibt gar öfters die alte Dossirung ganz unverletzt stehen, welches ein Zeichen ist, daß keine Vereinigung vorgegangen. Die Frage ist aber, ob denn diese Vereinigung bey der **äußeren** Dossirung (denn für die **innere** ist über die Nothwendigkeit der Verbindung wohl kein Zweifel) wesentlich nothwendig oder nur so nützlich sey, daß sie die Kosten belohne? Es ist doch nicht zu leugnen, daß es eine harte Zumuthung, ein kostbares und etwas gewagtes Unternehmen sey, einen Deich, den man zu verstärken im Begriff und der vielleicht meilenlang ist, auf dieser ganzen Länge zuvor von einem festen Rasen auf der Wasserseite zu entblößen! Ich gestehe bey sehr

aus-

ausgedehnten theils innern, theils äußern Deichsverstärkungen die seit 1787 im Amte Ritzebüttel und im Lande Hadeln glücklich ausgeführt sind, auf von mir verlangte Gutachten die Maximen §. 46. Zus. 1 u. 2 empfohlen zu haben, die man auch größten Theils gebilliget und befolgt hat.

§. 46. Zus. 2.

De Sterkte van een Zeedyk berust alleen op de Sterkte der Buiten- Dorsseering. — Ik refereere my tot het geen ik §. 11. lit. B. aangetekend heb.

Dieß muß in dem Sinn genommen werden, wie ich es angeführt habe, nähmlich in Rücksicht auf äußere Verletzungen durch den Wellenschlag, womit die äußere Dossirung allein zu kämpfen hat.

§. 48. Zus. 2.

Dat de Holl. Zeedyken meest al met Stroo, Steen, of houte Schoeyingen gedeckt zyn berust niet ap eenige Willkeur, ontstaande uit de oevervloed van Geld, maar op notzaaklykheid: 1) om dat het Land duur is; 2) om dat de Oever doorgaande afneemende is, en men dus voor het Water wykende altoos verliest, ten zy de Dyk daardoor eene betere Ligging ten aanzien der stroomen erlangen mogt.

§. 61.

Dat het afneemen van een kromgebogen Oever eener Rivier toegeschreven word aan de vis centrifuga, komt my niet Analogisch voor, schoon by ieder kromte als boog beschouwd zeekerlyk een Radius en deerhalven ook een Centrum aangenomen kan worden; zo is het toch vremd, dit Centrum als het medelpunt der beweging aan te merken, te meer wanneer men tevens de Oorzaak der beweging nagaat. — Myns oordeels word de Schok van het Water tegen den gebogen Oever, en by gevolg ook deszelfs afneemig, gemakkelyk en tevens natuurlyk verklaard uit de *vis inertiae*, dat is uit de Volharding in de eens angenomen directie of Streklyn. — Daarenboven leert ook

de

de bevinding, dat Kromtens de beweging doorgaans doen vertragen.

Mir ist zwar nicht bekannt, daß Jemand die abnagende Kraft der Ströme an den gekrümmten Ufern aus den Begriffen von der Fliehkraft abgeleitet hätte; vielmehr gebe ich zu, daß es gewöhnlicher sey, sie aus den Begriffen vom schiefen Stoß des Wassers an das Ufer herzuleiten. In diesem Falle muß man aber nach dem Beyspiele des Hrn. **du Buat** die Krümmungen sich gleichsam als Polygone vorstellen um die Anstoßwinkel zu bekommen. Ob man nun wohl auf diesem Wege sich der Wahrheit wird nähern können, so dünkt mich doch nicht, daß er der richtigste sey. Bey der Theorie der Fliehkraft können die Ufer wie sie wirklich sind, als continuirliche Curven genommen, auch die ganze Strommasse füglich in Rechnung gebracht werden. Bey der Theorie vom Stoße beruht dieß alles auf Willkühr und Zweifel. Beide Theorien führen auch nicht auf einerley Resultat. Wird nach der Stoßkraft gerechnet, so ist die corrosive Kraft des Stroms dem Quadrate seiner Geschwindigkeit proportional, die Fliehkraft gibt das cubische Verhältniß der Geschwindigkeit. — Die Fliehkraft entspringt nach den Begriffen die ich darüber habe, eben so wohl aus der vi inertiae als die Stoßkraft; sie kann aber, weil sie nach der Richtung des Krümmungshalbmessers wirkt, den Strom weder beschleunigen noch vertragen; also ist der von Hrn. **Br.** bemerkte Umstand, daß die Krümmungen den Strom retardiren der Theorie von der Stoßkraft freylich günstiger. Ich werde inzwischen diese Materie, wenn ich über die Bewegung der Ströme schreibe, zuvor genau untersuchen; und wenn ich die eine oder die andere nicht genugsam begründet finde, davon abstrahiren.

§. 61. Zus. 2.

De *Beharrungsstand* waarvon hier gesproken word, kan geen plaats hebben, of de kromte moet zeer flauw i. e. uit een grooten Radius getrokken; of ook de Snelheid moet zeer gering zyn.

§. 62.

§. 62. Zuſ.

Hier word getwyffeld, of door het maaken van Kribben, Hoofden etc. ter *afwyzing* van den Stroom niet meer nadeel dan voordeel toegebragt word. — Zulks te doen tegen de Werking der Golven is dwaasheid zo als §. 63. te recht aangemerkt word. — Edoch de Stroomen aftewyzen, het zy in Rivieren, of in dee zee door wel angelegde kribben of Hoofden, acht ik zeer dienſtig: by de eerſten, om dat een Rivier (wier bed voor uitſchuuring vatbaar is) aan zich zelve overgelaaten wordende, geen geregelden Loop kan behouden; — by de laatſten om dat een zeeſtrand, het geen door de ſtroomen verlaagd word, zonder hoofden niet kan geconſerveerd worden, gelyk de Ondervinding by ons geleerd heeft.

Es iſt mir ſehr lieb, daß Hr. **Br.** über den ſo oft in unſern Gegenden beſtrittenen Punct mit mir einig iſt: daß es widerſinnig ſey mit Stacken oder Höfter gegen **Wellen** kämpfen zu wollen. Daß gegen **Ströme** unter gewiſſen **Umſtänden** Einbaue nöthig ſind widerſpreche ich keines Weges, und Hr. **Br.** wird ſich deſſen auch aus unſerer Correſpondenz über dieſen Gegenſtand vor wenig Jahren noch erinnern. — Nur das kann ich nicht leugnen, daß dergleichen Einbaue ſehr viele Circumſpection ſo wohl in der Lage als Conſtruction zu erfordern, und deßwegen die Einſichten der gewöhnlichen Conducteurs dieſer Arbeiten zu überſteigen ſcheinen; und daß ich aus dieſem Grunde gezweifelt, ob im Ganzen genommen mehr Vortheil oder Nachtheil nach den üblichen Methoden in den Flüſſen damit beſchafft werde. Auch das leugne ich nicht, daß ich jene alten Geſetze (*) "Ait „Praetor: in flumine publico inve ripa eius facere, „aut in id flumen ripamve eius immittere quo ali-

„ter

(*) Siehe L. 1. D. ne quid in flu. publ.
L. 1. §. 11 D. eod.
L. 1. D. de fluminibus, ne quid in flu. u. ſ. w.

„ter aqua fluat quam priore aetate fluxit, veto etc.“ für sehr weise halte und vermuthe, daß dieß veto von den heutigen Strom-Architecten nicht selten zum Nachtheile des Publicums übertreten werde. Die Ursache scheint der Mangel an Theorie oder allgemeinen Grundsätzen über diesen Gegenstand zu seyn. Was Hr. **Silberschlag** und die ihm folgen über diese Materie sagen, scheint den Nahmen einer Theorie nicht zu verdienen. Es sind nichts als Rathschläge und Gutachten allezeit auf Localitäten angewandt, und daher mit eben so vielen Zeichnungen als Exempeln vorgestellt. — Die Theorie welche ich, über den Stackbau an Seeströmen im folgenden vortrage, wird dem veto des Prätors nicht unterworfen seyn; ob sie aber in Landströmen anwendbar sey, entscheide ich jetzt nicht.

§. 67.

Een afbrekend oever med Stroomatten te dekken, acht ik ongeraden, dewyl hierdoor geen eigentlyke afbreuk kan belet worden, en men dan toch op't laatste werkstellig maken moet, wat men in den beginne en ter stond ter behoudenis, van het Voorland hadde kunnen doen.

Diese Bemerkung ist allerdings wohl begründet. Auch habe ich die unvollkommene provisionelle Bedeckung der Ufer mit Stroh aus keinem andern Grunde empfohlen, als weil die Erfahrung mich gelehrt hat, daß die Landes-Eingesessenen in diesem Puncte lieber alles auf das äußerste kommen lassen, bevor sie einen Uferbau der irgend beträchtlich kostbar ist, unternehmen. — Die Hochlöbl. Ritzebüttelsche Stack-Deputation hat hier einen Versuch mit einem Ufer-Revetement anstellen lassen, welches in Ansehung der Kosten zwischen den Dossirungen von Felssteinen und den Strohstickungen das Mittel hält, und für die Marsch-Provinzen sehr gut zu passen scheint. Es besteht aus harten Ziegel- oder Backsteinen (wozu der Thon in den Marschen selbst vorräthig ist) die alle in die hohe Kante auf das abgeflächte Ufer selbst, wenn es aus Klay-Erde besteht; oder wenn

es sandig ist, auf eine Unterlage von Thon dicht neben einander ohne Mörtel gesetzt werden. Der Versuch ist drey Jahr alt, besteht bis jetzt ohne alle Mängel, hat aber noch nicht alle Proben von Frost und Eisstoß ausgehalten. Sollte diese **Ziegelböschung** sich empfehlungswerth machen, so werde ich sie in Zukunft näher beschreiben. Einigen Begriff gibt fig. 20. A B.

§. 69.

De paalen in de Steen- glooying zyn naar myn gedachten onnoodig wenneer men geene formelle kisting- of vak- werken maaken wil. Zware Steen ob een bed van puin, digt en wel in order gevleed, kan zelfs aan het branden der zee weerstaan, zo als wy aan onze Steene- Zeedyken en Hoofden zien. Somwylen word een Steen daaruit geworpen: doch er zyn geen Waterwerken te maaken, die geen Reparatien noodig zouden hebben. —

Wenn die Steine alle von einerley Größe oder Gewicht sind, so läßt sich zu jeder gegebenen Sorte Steine (die jedoch nicht unter ein bestimmtes Gewicht z. B. Circa 80 bis 90 Pfund schwer seyn dürfen) eine Dossirungslinie von genugsamer Stärke ohne Pfäle angeben. Siehe folgende Abhandl. §. 67.

Dieses sind sämmtliche von Hrn. **Brünings** (der ein würdiger Nachfolger des Hrn. Prof. **Luloffs** ist) gemachte Erinnerungen über meine Seedeichs-Oeconomie. Könnte ich versichert seyn, daß ihn die Freundschaft nicht zu einer zu großen Nachsicht gegen mich verleitet hätte, so würde ich mich wegen seines Beyfalls über den ganzen übrigen Inhalt derselben Abhandlung glücklich schätzen.

Ich bediene mich dieser Gelegenheit noch selbst ein Paar Verbesserungen zum ersten Bande anzuzeigen.

Zu §. 26 möchte folgender Zusatz stehen.

Zus. 3. Wo die Partialwirthschaft eingeführt ist, da kann zwar ein jeder seinen Deich so gut und fest unterhalten als es nur thunlich ist. Doch darf er nicht das allgemeine

Besteck überschreiten, oder seinen Deich schräger und höher als den benachbarten machen, wenn dieser besteckmäßig ist.

Bücher-Anzeigen IV. Stück §. 35 habe ich das **Reiben** (friction) der Wassertheilchen an einander bezweifelt, ohne Beweis davon zu geben. Die gegenwärtige Theorie des Deichbaues (in welcher ich nicht die **Möglichkeit** der Deiche nach dem Beyspiele aller die über diesen Gegenstand geschrieben haben, als Erfahrungssatz stillschweigend voraus gesetzt, sondern aus den Eigenschaften der Erdarten hergeleitet habe) hat mich auf den Unterschied zwischen Erde und Wasser (von welchem letztern kein Deich möglich ist) und zugleich auf folgenden Beweis, daß die Wassertheilchen auf einander keine Friction haben, geführt.

Erfahr. Wenn in der Mitte eines Gefäßes, dessen Bodenfläche **naß** gemacht ist, Wasser aufgeschüttet wird, so bewegt sich dasselbe von der Mitte gegen die Seiten so lange bis es vollkommen horizontal steht.

Schluß. Litte das sich bewegende Wasser eine Friction, so wäre eine Kraft, solche zu überwinden, folglich dazu ein Abhang nöthig. Der **ganze Abhang** der Wasserfläche, **welcher zur Bewegung gehört**, müßte also, indem er immer kleiner wird, endlich dem **zur Friction gehörigen** Abhang gleich werden, und alsdann die Bewegung aufhören. Hätte also das Wasser Friction, so könnte nach geendigter Bewegung keine vollkommne Horizontalfläche statt finden. Nun geschieht aber das letztere; folglich kann das erstere nicht seyn.

Wasser auf **trockne** und **fettige** Flächen **getröpfelt** nimmt keine horizontale Oberfläche an, und wenn es sich längs solchen Flächen bewegen soll muß man sie merklich incliniren. Also leidet das Wasser wenn es längs trocknen und fettigen Flächen sich bewegt eine Friction. Sind aber die Flächen naß, so läuft Wasser auf Wasser, und die Friction hört auf.

Theorie des Deichbaues

oder

Physico-mathematische Abhandlung

über die beste

Gestalt der Deiche.

Theorie des Deichbaues

oder

Physico-mathematische Abhandlung

über die beste

Gestalt der Deiche.

§. 1.

Unter **Deichen** werden hier abermahls diejenigen Gebäude verstanden, welche längs den Ufern der Flüsse und des Meers von **Erde** aufgeführt werden, die Ueberschwemmungen der anliegenden Ländereyen zu verhüten. **Erde** ist bekanntlich eine Masse oder Sammlung materieller Theilchen, welche eigentlich weiter keiner Construction oder Baues fähig ist, als daß sie eine gewisse äussere Form und Größe zuläßt. Die **Theorie des Deichbaues** ist daher nichts anders als der Inbegriff derjenigen Lehren und Kenntnisse, welche zur Bestimmung der angemessenen Gestalt und Größe der Deiche erfordert werden.

Zusatz. Obwohl demnach alle übrige **Obstacula** gegen Wasser hier in keine ausdrückliche Betrachtung kommen, so ist es dennoch gewiß, daß was von Figur der eigentlichen Deiche gelehrt wird, auch zum Theil auf **Dämme, Kaye-Mauern, Vorsetzen, Uferbefestigungen** ꝛc. sich leicht anwenden läßt.

§. 2.

Der Deiche **Gestalt** (aggerum figura v. forma) wird bestimmt der Länge nach durch ihre **Lage** (situatio, directio) der Breite nach durch das **Profil** (sectio transversa). Wenn diese beiden Theile fest gesetzt sind, so ist auch die Größe des Deichs bestimmt; worüber also keine besondere Abtheilung nöthig ist.

§. 3.

Die **beste** Gestalt der Deiche ist diejenige, in welcher sie ceteris paribus am wenigsten zu erbauen und zu unterhalten kosten; oder (welches fast einerley ist) in welcher sie mit der mindesten Quantität Erde dem Wasser am vollkommensten widerstehen.

Zusatz 1. Es wird also bey der Gestalt der Deiche bloß auf Stärke und Sparsamkeit gesehen; und keine **Schönheit**, wenn sie nicht aus der Vollkommenheit und Zweckmäßigkeit von sich selbst entspringt, kommt beym Deichbau in einigen Betracht.

Zus. 2. Die beste Gestalt schließt eine gleichförmige Stärke mit ein; und hat zum Kennzeichen, daß solcher Deich entweder an gar keiner Stelle oder auch an allen Stellen, wo das Wasser ihn trifft, zugleich Schaden nimmt.

§. 4.

Von der **Lage** der Deiche.

Die beste Deichslage ist die kürzeste, die das meiste Land einschließt und dem Deich die meiste Stärke gewährt. Denn je kürzer der Deich, je weniger kostet er zu erbauen und zu unterhalten; je mehr Land umdeicht ist, je größer ist die Zahl der Contribuenten, je kleiner also der Beytrag; je größer endlich die Stärke, je weniger die Beschädigungen und Unterhaltung kosten.

Zusatz. Ein Kennzeichen oder vielmehr eine nothwendige Bedingung zur besten Lage ist die **Steifigkeit** (Con-

(Continuitas) der Deichslinie; die nähmlich nicht aus vielen geraden und schiefen Stücken mit Ecken und Winkel an einander gefügt bestehen kann, sondern allezeit in Eins fortgehen und die Richtung, wo es nöthig ist, allmählich, nie plötzlich ändern muß. Nur auf die Weise ist die beste Gestalt und gleichförmige Stärke (§. 3. Zus. 2) möglich.

§. 5.

Weil die Deiche längs den Ufern aufgeführt werden (§. 1.) so wird durch die gegebene Lage des Ufers auch die Gegend des Deichs einiger Maßen erkannt. Aber die Gestalt der Ufer ist meistens ein Product des Zufalls und der rohen Naturkräfte, ohne allen bekannten Zweck und Absicht; und so können sie begreiflich keine vollkommne Richtschnur zu einer Lage des Deiches abgeben, die auf vernünftige Ueberlegung und Absicht gegründet seyn soll. Es mögen indeß die Ufer als Grenzen angesehen werden, denen man mit den Deichen mehr oder minder sich nähern darf, nachdem solches aus andern Gründen zweckdienlich erachtet wird.

§. 6.

Die **Ufer** und **Strand** gehören zu den Flüssen und Meeren, und nicht zu den anliegenden Ländereyen. In Rücksicht des **momentanen** Gebrauchs gehören also die Ufer, vermöge des Völkerrechtes allen und jeden, die das Meer oder den Fluß gebrauchen. In Rücksicht auf Jurisdiction, Landeshoheit und Oberaufsicht gehören sie dem Fürsten, oder der Republik des angrenzenden Landes. In Rücksicht der **jährlichen** Nutzung und Unterhaltung derselben gehören sie dem anwohnenden Volke oder dem Publicum. Die Deiche können daher den Ufern genähert, aber sie dürfen nicht auf dieselben, oder unmittelbar an das Wasser gelegt werden.

Zus. In statu naturali ist dieß ohne Zweifel anders; Strand und Ufer gehören da zum Lande und nicht

zum Meere oder Flusse. Die Natur hat deutliche Grenzen zwischen Ufer und Land gezogen. Aber Vernunft und Pflicht befehlen, die Gesetze und Wissenschaften so zu lehren, wie es das allgemeine Wohl der gesellschaftlichen Verbindung zu erfordern scheint. Im gegenwärtigen Falle muß man daher conventionelle oder **gesetzmäßige** Grenzen zwischen Ufer und Land, und keine **natürliche** verstehen.

§. 7.

Wer also einen neuen Deich anlegen will, muß die Grenzen der Ufer aus den Landesgesetzen kennen lernen, oder wenn in denselben darüber nichts ausdrückliches bestimmt worden, sich bey der gesetzgebenden Macht darüber Raths erhohlen. Allgemein kann man das Ufer eines öffentlichen Flusses oder Meers so definiren: es **sey ein Streifen trocknen Landes längs dem Wasser (wenn dieses seine jährliche größte Höhe hat) der zum freyen öffentlichen Gebrauch, Nutzen und Unterhalt desselben Flusses nothwendig ist.**

Zusatz 1. Mit dem Rechte auf einem Flusse zu schiffen, zu flößen, zu fischen, waschen, baden und Wasser zu schöpfen, ist nothwendig auch die Befugniß verknüpft, Schiffe und Flöße längs dem Ufer zu ziehen, zu befestigen, auszubessern ꝛc. die Netze ans Ufer zu ziehen, zu trocknen ꝛc. am Ufer zu verkehren, umzugehen, zu fahren ꝛc. Ferner wenn es nöthig wird einen Fluß auszutiefen, die Ufer zu befestigen ꝛc. so müssen die Ufer dienen den ausgeräumten Schlamm, die Baumaterialien ꝛc. darauf zu lagern. Dergleichen Bedürfnissen sollten also die Ufer angemessen seyn, und es folgt daraus, das größere Flüsse wegen mehrern Verkehrs breitere Ufer als die kleinern bedürfen, und das eine allgemeine Maße sich schwerlich vorschreiben lasse.

Zus. 2. Herr **von Cancrin** (Abhandl. von dem Wasserrechte 2te Abth. §. 13.) setzt die **vernunftmäßige**

Breite

Breite der Ufer an kleinen Flüssen 2 und an größern 3 bis 4 Rheinische Ruthen à 12 Fuß. Diese Bestimmungen scheinen ziemlich passend; nur für die größten Flüsse die mit Seeschiffen befahren werden, würde ich mehr und wenigstens eine Schiffslänge oder circa 8 bis 10 Rheinl. Ruthen zur angemessenen Uferbreite empfehlen. Es gehört übrigens nicht in meinen gegenwärtigen Plan, hierüber genauere Bestimmungsgründe aufzusuchen.

§. 8.

Demnach wird die Breite der Ufer als gegeben angesehen, auch vorausgesezt, daß sie keiner Veränderung wenigstens keinem physicalischen Abbruch unterworfen, sondern von der anwohnenden Nation unter landesherrlicher Autorität mit vereinigten Kräften wenn es möglich ist, befestiget werden.

Zus. Die gesetzmäßigen Ufer sind eigentlich keinem Abbruch unterworfen; sondern wie sehr auch der Strom an dieser oder jener Stelle sich erweitert, so verbleibt ihm alle Mahl die Uferbreite, welche das Gesetz vorschreibt. Es würden also im Fall eines Abbruchs eigentlich die Grundstücke der Anwohner nach und nach zum Ufer und Strom werden; welches die Regierung durch weise Gesetze zu verhüten, und dem Eigenthum einzler Bürger, es sey nahe oder fern vom Strom, gleichen Schutz und Sicherheit, wo es thunlich ist, zu verschaffen bemühet seyn wird.

§. 9.

Wenn die Ufergrenze bestimmt ist, so steht es den Anwohnern zwar frey, den Deich unmittelbar an selbige zu legen; aber um der Sicherheit des Deichs willen, und selbst aus öconomischen Gründen ist es dennoch rathsam ein gewisses **Vorland** ausserhalb Deichs zu lassen, aus welchem der Deich gemacht und unterhalten, auch ausser Angriff des Stroms gesetzt wird.

Zus. Die Breite des **Vorlandes** wird von dem Deichs-Baumeister so bestimmt, daß 1) wenigstens die erfoderliche Erde und Rasen zur Anlage des Deichs daraus könne genommen werden, ohne das **Ufer** stromwärts und die **Berme** deichwärts zu verletzen; daß auch 2) der Strom, wenn er aus seinen Ufern tritt, genugsame Erweiterung und keinen erheblichen Widerstand am Deiche finde, welches verursachen würde, daß die Anschwellungen des Stroms höher liefen, auch der Deich in Gefahr käme. In aller Absicht werden 20 à 24 Ruthen à 18 Fuß am Meer und an großen Flüssen meistens zureichend seyn (S. m. Deichswirthschaft §. 13. und §. 70). Inzwischen ist dieß nicht allgemein bestimmt. In Italien hat man wohl 20 pertiche oder ungefähr 200 Fuß als zweckmäßige Breite des Vorlandes empfohlen (S. die Florentinische Racolta Tom. VI. p. 412. 440.) der Fluß selbst war 150 Fuß breit. Am großen Posluß (der circa 90 pertiche breit ist) hält man 30 p. oder 300 Fuß für zulänglich (S. Mari idraulica rag. lect. 27. pag. 144). In Holland ist bei der neuen Yssselmündung, deren Schlauch ungefähr 25 Ruthen breit, zur Breite des Vorlandes ungefähr 20 Ruthen oder 240 Fuß genommen. Unter den Französ. Schriftstellern hat Herr **Buat** diesen Punct berührt; er schreibt die halbe Strombreite zur Breite des Aussendeichs vor. Es scheint aber sicherer zu seyn, das Vorland nach den höchsten Anschwellungen und Geschwindigkeiten der Ströme, als nach ihrer Breite zu proportioniren. Bis jetzt ist jedoch die Theorie der Ströme dazu noch nicht vollkommen genug. — Herr **Brünings**, General-Inspector der Flüsse ꝛc. in Holland hat einem neuen Deiche am Rhein 50 Ruthen (600′) Vorlandsbreite gegeben. Für Seedeiche empfiehlt er circa 100 Ruthen. — Hr. Etatsrath **Terens** (Reisen in die Marschländer 27 Br.) hält 20 bis 30 Ruthen für zweckmäßig. Dieß trifft gut mit meiner Angabe zusammen, die ich versichern kann, aus

Erfah-

Erfahrungen entlehnt zu haben. Man wird auch, denke ich, alle Mahl finden, daß gute Deiche bey einer solchen Vorlandsbreite sich grün und standhaft erhalten. Hr. **Brünings** Angabe scheint sehr gut für den Fall zu gehören, wenn die Breite bis an den tiefen Strom gerechnet, also das Watt mit eingeschlossen wird. Dann sind 400 Fuß grünes Vorland und 800 Fuß Wattbreite also 100 Rheinische Ruthen, nicht zu viel.

§. 10.

Mit der Breite des Ufers und Vorlandes (a, aa fig. 1.) ist die kleinste Distanz zwischen Deich und Strom bekannt; und es bliebe in der That für die beste Deichslage nichts weiter zu bestimmen übrig, wenn der Strom durchgehends einerley Richtung oder gerade Linie hätte; denn in diesem Falle gewährt diese Lage eine einförmige Stärke, welche der besten Gestalt angemessen ist. Aber die meisten, wenn nicht alle Strombahnen, haben Krümmungen, und diese mag man nun mit dem Deiche entweder nach der genauen Grenze des Vorlandes verfolgen, wie ABCD; oder auch nur diese Grenzpuncte an zweyen am meisten eintretenden Krümmen beobachten, und den Deich gerade ziehen, wie EF, GH; so sind diese verschiedenen Lagen vielleicht nicht mehr von einerley Güte.

§. 11.

Die Lage des Deichs hat Bezug 1) auf die Richtung des Stroms; 2) auf die Richtung desjenigen Windes, welcher die hohen Anschwellungen des Stroms begleitet; 3) auf die Größe des umzudeichenden Landes.

Zum Ersten. In Rücksicht auf den Strom ist der Deich entweder **parallel**, wie AB; oder **über dem Strom**, wie BC; oder **unter dem Strom**, wie CD; die Deiche EF und GH obwohl sie gerade und im Ganzen der Strombahn parallel sind, haben dennoch überstehende oder unterliegende Stellen, das heißt

solche, wo der Strom seine Richtung gegen den Deich zu, oder davon abwendet. Es ist leicht einzusehen, daß die Situation über dem Strom am wenigsten, die parallele etwas mehr, und die unter dem Strom am meisten dem Angriff ausgesetzt sey.

Zum Zweyten. Die hohen Anschwellungen der Flüsse von vielem Regen und Schneewasser werden im Deutschen Clima gewöhnlich von südwestlichem Winde, die hohen Meersfluthen aber vom West- und Nordwestwinde begleitet. Stehen also diese Winde von der Stromseite auf den Deich, so heißt der Deich **unter dem Winde** (vulgo: ein **leeger** Deich); treffen sie landwärts aber in den Rücken des Deichs, so heißt er **über dem Winde** (vulgo: **Opper**deich). Stände z. B. der Deich HG oder DC über dem Winde, so läge EF oder CB unter dem Winde. Es ist leicht einzusehen, daß die Verschiedenheit dieser Situationen einen ungleichen Angriff der Deiche verursacht, insonderheit in großen Flüssen und in der Nachbarschaft des Meers. In ganz kleinen Flüssen und Bächen die auch im Sommer durch Gewitterregen bey **allerley** Winden anschwellen, ist diese letztere Distinction jedoch von keinem Nutzen.

Zum Dritten. Es soll die Lage des Deichs möglichst kurz seyn, und dabey das meiste Land einschließen. Der Deich ABCDE schließt alles mögliche Land ein, aber er ist auch der längste unter allen die gelegt werden können; hingegen ist EF oder GH der allerkürzeste Deich; aber er schließt mehr Land aus als irgend ein anderer Deich, der etwas länger genommen und den austretenden Stromkrümmen näher gerückt würde. Es bedarf keiner Demonstration, daß beide gedachte Situationen mit der besten Gestalt des Deichs nicht bestehen können. Nur für ganz große Flüsse paßt allenfalls die erstere und für ganz kleine die letztere.

Zus. Man kann die geraden Deichslinien EF, GH welche die Vorlandsbreite nur in wenigen Puncten berührt,

berührt, **tangirende**, und diejenigen ABCDE, welche alle Krümmungen des Stroms macht die **serpentirende** Deichslinie nennen, die beste wird zwischen beiden inne liegen oder vielmehr eine aus beiden zusammengesetzte **complexe** Linie seyn.

§. 12.

Wenn also längs den **gekrümmten** Flüssen keine Deichslage von einförmiger Güte statt findet; so folgt doch daraus noch nicht, daß die beste Gestalt des Deichs unmöglich oder imaginär sey. Denn da diese Gestalt nicht allein von der Lage, sondern auch von dem Profil abhängt; so kann eine schlechtere Lage durch ein besseres Profil vielleicht ersetzt und so der beste Deich der in concreto möglich ist, construirt werden. Es wird aber begreiflich dieß eine Sache des Calcüls, in welchem der Werth des durch eine schlechte Situation umdeichten Ackers mit den Kosten des längern und stärkern Deichs verglichen werden muß, um die beste Gestalt zu bestimmen.

§. 13.

Wir wollen die nach den §§ 6 und 9 bestimmte Ufer- und Vorlandsbreite die **normale Deichsdistanz** nennen, welche die Höhe und Geschwindigkeit des übertretenden Stroms und Wellen, erfordert; und welche nicht geschmälert, aber nach Umständen wohl erweitert werden darf. Ferner wird voraus gesetzt, daß einem Deiche, der auf diese Distanz vom Strom gelegt wird, seine Direction möge übrigens wie sie wolle beschaffen seyn, ein Profil von jeder beliebigen Stärke könne gegeben werden. Endlich wollen wir noch annehmen, daß alles Land ausser dem erwähnten Vorlande mit dem Deiche zu umgeben sey, wenn es eben so viel oder mehr, als die Deichskosten betragen, werth ist. Es wird nähmlich zur besten Deichslinie nicht erfordert, daß mit dem kürzesten Deich die größte Quantität Landes umgeben werde, als wozu lauter Zirkellinien müßten gebraucht werden; sondern das wird

verlangt, daß die Deichslinie nie ohne Vortheil verlängert, folglich keine Grundstücke an der Grenze mit eingeschlossen werden, welche die Kosten der Deichsverlängerung, die sie veranlassen würden, nicht werth sind.

§. 14.

Es sey demnach in der 1 fig. bbb das Vorland; und die punctirte Linie die normale Deichsdistanz. In dieser werden gerade oder beynahe gerade Theile anzutreffen seyn; durch selbige lege man die Tangenten IK, KL, LM, MN, welche verlängert einander in K, L, M und N schneiden werden, oder falls durch eine sonderbare Lage zwey auf einander folgende Tangenten parallel würden, so dürfte nur eine dritte dazwischen gelegt werden, welche beide durchschnitte. Die Durchschnittspuncte geben, nach Beschaffenheit der Stromkrümme, **eintretende** Ecken, wie K und M; oder **austretende** wie L und N. Die Schwierigkeit besteht nun darin, diese Ecken in ordentliche Curven dergestalt zu verwandeln, daß aus diesem System von geraden Linien und Winkeln die beste Deichslage in einer einzigen continuirlichen Linie, bestehend in Curven und tangirenden geraden, hervor gehe.

§. 15.

Die austretenden Ecken erfordern andere Ueberlegungen und Rechnungen als die eintretenden, von welchen nachher gehandelt werden soll. Was aber von Einer austretenden Ecke gilt, das gilt für alle übrige. Wenn wir demnach die Landzunge L, zum Beyspiel wählen, so fällt zuvorderst in die Augen, daß je mehr davon umdeicht werden soll, je länger werde der Deich ausfallen; und wir müssen demnach eine Grenze pqr aufsuchen von der Eigenschaft, daß der mit eingeschlossene Theil der Landzunge den Deichskosten das Gleichgewicht halte. Diese Grenze darf nicht so gesucht werden, daß pqr eine gerade Linie wird, denn alsdann würden bey p und r wiederum Winkel, die mit der besten Deichslage nicht bestehen

stehen können, hervorgehen; sondern die Grenze muß so gesucht werden, daß pqr eine Curve wird, wozu ML und KL Tangenten sind. Jede algebraische Curve könnte hier vielleicht genügen, aber ich will die Zirkellinie wählen, weil alsdann die Rechnung sehr leicht wird, und weil sie die vortreffliche Eigenschaft hat, mehr Raum nach der hohlen Seite einzuschließen, als irgend eine andere Curve oder mehrere gerade Linien, die von p nach r gezogen dem Zirkelbogen pqr an Länge gleich, thun würden.

§. 16.

Es sey demnach (fig. 2) MLK eine austretende Deichsecke, und es wird verlangt die Grenze p zu bestimmen, bis wohin es vortheilhaft sey mit dem Deiche die gerade Linie KL zu verfolgen, so werden hiezu folgende data erfordert: 1) der Ueberschuß des Preises bedeichter Ländereyen über unbedeichte; dieser sey für die Quadratruthe oder den Quadratfuß = a; 2) der Preis einer Ruthe oder Fuß neuen Deichs, der sey = b; und es sey a : b = 1 : m z. B. wenn unbedeichtes Weideland à Morgen zu 400 Quadratruthen 400 Mk.; und bedeichtes Getreideland 1000 Mk. kostete, so wäre der Ueberschuß auf 400 Quadratruthen 600 Mk.; also wäre in diesem Fall a = $1\frac{1}{2}$ Mk.; weil ferner die Lage KL bekannt ist, so läßt sich die Stärke des Profils, welche diese Lage erfordert, angeben (§. 13), folglich auch der Preis einer Ruthe oder Fuß desselben Deichs bestimmen. Kostete demnach 1 Ruthe Deichs 120 Mk., so wäre b = 120 Mk. und m = 80. Das will nun so viel sagen; wenn der Deich Kp um 1 Ruthe verlängert wird, so müssen wenigstens 80 Quadratruthen Land damit umdeicht werden; oder es sey die Deichslinie KPQRM um 1 Ruthe größer als KpqrM so muß der Streifen Landes pPQRrq wenigstens 80 Quadratruthen seyn. Im Anfange von K gegen p wird dieser Streifen größer als 80 Quadratruthen seyn, nachher aber immer abnehmen

und

und gegen die Spitze L kleiner als 80 werden. Zwischen beiden liegt der Punct p, wo der Werth des gedachten Streifens, den Kosten der dadurch verursachten Deichsverlängerung gleich ist; und dieser wird nun eigentlich gesucht. Man nehme $Lp = Lr$ und $LP = LR$. Aus p, P, r, R werden Perpendikel errichtet, die sich in C und c schneiden; so sind dieß Mittelpuncte aus welchen mit den Halbmessern Cr und cR die Bögen pqr und PQR können beschrieben werden, zu welchen KL und ML Tangenten sind; auch halbirt CL die Deichsecke MLK.

Es sey
$$\begin{cases} Lp = x \\ LP = x - \frac{1}{n} \\ CLK = \frac{1}{2}\ KLM = \alpha \\ LCp = \beta = 90° - \alpha \\ 3,14\ldots = \pi \text{ als die Verhältnißzahl des Umkreises zum Durchmesser.} \end{cases}$$

So ist $\text{rad. } Cp = x \text{ tang } \alpha$

$$\text{rad. } cP = \left(x - \frac{1}{n}\right) \text{tang } \alpha$$

$$\text{arc. } pqr = \frac{2\beta}{360} \cdot 2\pi x \text{ tang } \alpha$$

$$\text{arc. } PQR = \frac{2\beta}{260} \cdot 2\pi \left(x - \frac{1}{n}\right) \text{tang } \alpha$$

Also der Deich $Kpqr M = \frac{4\beta}{360}\ \pi x \text{ tang } \alpha \boxplus A$. Der

Deich $KPQR M = \frac{4\beta}{360}\ \pi \left(x - \frac{1}{n}\right) \text{tang } \alpha \boxplus pP$

$\boxplus rR \boxplus A = \frac{4\beta}{360}\ \pi \left(x - \frac{1}{n}\right) \text{tang } \alpha \boxplus \frac{2}{n} \boxplus A.$

Die Differenz dieser beiden Deichslängen ist (l) $= \frac{2}{n}$

$$- \frac{4\beta}{360.n}\ \pi \text{ tang } \alpha$$

Viereck $CpLr = xx \text{ tang } \alpha$

Sector $Cpqr = \frac{2\beta}{360} \pi xx \text{ tang } \alpha^2$

Differenz (II) $= (1 - \frac{2\beta}{360} \pi \text{ tang}) x^2 \text{ tang } \alpha$

= Bogen-Dreyeck pLrq.

Viereck $cRLP = \left(x - \frac{1}{n}\right)^2 \text{ tang } \alpha$

Sector $cPQR = \frac{2\beta}{360} \cdot \pi \left(x - \frac{1}{n}\right)^2 \text{ tang } \alpha^2$

Differenz (III) $= (1 - \frac{2\beta}{360} \pi \text{ tang } \alpha) \left(x - \frac{1}{n}\right)^2$ tang α = dem Dreyeck PLRQ.

Die Differenz III von II abgezogen, läßt den Streifen pqrRQP. (IV) $= \left[xx - \left(x - \frac{1}{n}\right)^2\right]$ $(1 - \frac{2\beta}{360} \pi \text{ tang } \alpha) \text{ tang } \alpha = \left(\frac{2x}{n} - \frac{1}{nn}\right)$ $(1 - \frac{2\beta}{360} \pi \text{ tang } \alpha) \text{ tang } \alpha$; welches den Inhalt des Streifen oder Zirkelstücks pPQRrq in Quadratruthen oder Quadratfuß ausdrückt, je nachdem $pP = rR = \frac{1}{n}$ Ruthen oder Fuß genommen ist.

Wir haben also

$a \left(\frac{2x - \frac{1}{n}}{n}\right) (1 - \frac{2\beta}{360} \pi \text{ tang } \alpha) \text{ tang } \alpha$;

(IV) $= b \left(\frac{2 - \frac{4\beta}{360}}{n} \pi \text{ tang } \alpha\right)$ (I). oder

$a \left(2x - \frac{1}{n}\right) \text{ tang } \alpha = 2b$; also

(2x —

$$\left(2x - \frac{1}{n}\right) = \frac{2b}{a \operatorname{tang} \alpha} = \frac{2m}{\operatorname{tang} \alpha}.$$

folglich $x = \frac{m}{\operatorname{tang} \alpha} \pm \frac{1}{2n} = Lp.$

Zus. 1. Es wächst x wenn α kleiner wird, und auch wenn m größer wird; es kann daher der Winkel MLK leicht so spitz, oder auch der Preis einer Ruthe Deichs so groß werden, daß $x > KL$ wird. In diesem Falle kann von solcher spitzen Landzunge nichts mit eingedeicht, sondern der Deich muß von K gerade nach M gelegt werden. Wenn hingegen α wächst so nimmt x ab. Doch kann α nie so groß werden, daß $x = o$ würde, oder der Deich bis ganz in L sich erstreckte. Denn selbst für $\alpha = 90°$ oder $\operatorname{tang} \alpha = \infty$ bleibt

$$x = \frac{1}{2n}.$$

Da aber n eine abstracte Eintheilungszahl ist, die wir nach Belieben vergrößern können, so sey $n = \infty$ oder $\frac{1}{n}$ unendlich klein; dann hat man $x = \frac{m}{\operatorname{tang} \alpha} = m \operatorname{Cotg} \alpha$. Dieser Werth verschwindet für $\alpha = 90°$ oder MLK eine gerade Linie, wie es die Natur der Sache erfordert. Eben dieser Werth wird viel leichter durch eine kleine Differential-Rechnung gefunden. Es muß nähmlich das Differential der Deichslänge, oder der unendlich kleine Wachsthum des Deichs sich verhalten zum Differential oder gleichzeitigen kleinen Zuwachs des umdeichten Landes wie 1 : m. Die Deichslänge wird ausgedrückt durch $A \pm \frac{4\beta}{360} \pi x \operatorname{tang} \alpha$; das umdeichte Land ist $B \pm$ Sector $cpqr = B \pm \frac{2\beta}{360} \pi xx \operatorname{tang} \alpha^2$; also $\frac{4\beta}{360} \pi \operatorname{tang} \alpha \, dx : \frac{2\beta}{360} \pi \operatorname{tang} \alpha^2 \, 2x dx = 1 : m$; folglich $x \operatorname{tang} \alpha = m$; oder $x = m \operatorname{Cotg} \alpha$; wie vorhin.

Zus. 2.

Zus. 2. Müßte man aus besondern Gründen oder localer Umstände halben nach einer geraden Linie pqr (fig. 3) den Deich ziehen, so wird man, wie leicht zu erachten, x, oder Lp = Lr größer finden und nicht so viel von der Landzunge mit umdeichen können, wenn man deichswirthschaftlich verfahren will. Um auch für diesen Fall x zu bestimmen, sey pr durch LC halbirt und Cp senkrecht auf LK. So ist pq = x sin α; also 1) die Deichslänge KprM = 2x sin α ✠ A. Der ΔCpr ist = 2x sin α. $\frac{1}{2}$x sin α tang α = xx sin α² tang α. also 2) das umdeichte Land xx sin α² tang α ✠ B. demnach ist

2 sin α dx : 2 sin α² tang α x dx = 1 : m

x sin α tang α = m; oder x = m Cot. α. Cosec. α. Es ist aber alle Mahl m. Cot. α. Cosec. α. > m Cot α. so lange α nicht 90° und KLM eine gerade Linie wird. Da fast alle Deiche in ältern Zeiten nach geraden Linien und Winkeln angelegt sind, so kann diese Formel dienen die Größe der dabey begangenen deichswirthschaftlichen Fehler zu bestimmen. — Man lese über diesen Gegenstand den vortrefflichen **Brahms** in seinen Anfangsgr. der Deichsbaukunst §. 166.

§. 17.

Weil die Deichslinie KL (fig. 1) unter dem Strom; MK aber über demselben liegt, so werden diese Situationen nicht einerley Profil, folglich nicht einerley Kosten erfordern. Gesetzt es wäre also m kleiner für MK als für KL; so wird auch x kleiner in der einen als in der andern Linie ausfallen. Dasselbe könnte eintreffen, wenn das umdeichte Land nach der einen und andern Seite von verschiedener Güte wäre. Um nun diesen Fall deutlich vorzustellen sey (fig. 4) x = Lp für den größten und = Lr für den kleinsten Werth von m gefunden, also daß Lp > Lr; so wird ein einzeler Zirkelbogen zu welchem LK und LM Tangenten sind, nicht durch beide Puncte r

und

und p gehen; sondern es wird eine zusammengesetzte Zirkellinie hiezu erfordert, die folgender Gestalt gefunden wird. Man ziehe rp und halbire die Winkel prL und Lpr mit den geraden Linien pq und rs, welche sich nothwendig innerhalb der Figur schneiden. Durch den Durchschnittspunct v lege man tu parallel mit rp, und errichte die Perpendikel aus v, p und r, welche sich in C und c schneiden; aus C beschreibe man mit dem Halbmesser Cp den Bogen pv und aus c mit cr den Bogen rv: so sage ich, daß diese Bogen 1) eine einzige Curve machen und 2) LM und LK tangiren werden.

Beweis. Zum Ersten. Es ist uvp = rpv = pvu; Und Cvp = 90° — pvu; auch Cpv = 90° — vpu; folglich Cvp = Cpv; also Cp = Cv. Aus eben den Gründen ist cr = cv. Beide Bögen treffen also in v zusammen; und da ihre Halbmesser Cv und cv in derselben Perpendiculäre liegen, so ist tu zu beiden eine Tangente, folglich machen sie in diesem Puncte eine einzige Curve. Zum Zweyten. Weil Cp auf KL nur cr auf ML perpendiculär, so weiß man aus der gemeinen Geometrie, daß die damit beschriebenen Zirkel von den geraden Linien KL und ML tangirt werden.

Zus. 1. Diese Methode zwey gerade Linien durch eine Curve zu vereinigen ist von häufiger Anwendung, indem das Locale in der Nähe der Ströme sehr oft nicht, erlaubt, die Tangenten Lp und Lr von gleicher Länge zu nehmen.

Zus. 2. Da die Curve nie über die Grenze des Vorlandes strommärts hinaus gehen darf; so kann man für solche flache Krümmungen, wo dieselbe Grenze genau beobachtet werden soll, dieß Problem nur umkehren, den Punct v als die Scheitel der Curve wie gegeben ansehen, und danach die Puncte r und p bestimmen.

§. 18.

Selten schließt die Deichslinie sich in sich selbst wieder zusammen (Insel-Deiche ausgenommen); sondern fast alle Mahl schließt sie an anderes hohes Erdreich, z. B. hohe Geest, Sanddünen, oder auch an andere Deiche. Die **Anschlußecken**, welche dann zu entstehen pflegen, gehören meistens zu den austretenden Ecken. Es sey demnach der Deich mit einem fremden Deich PQ zu connectiren, und der Anschlußpunct S zu bestimmen; so nenne man IR = x; errichte das Perpendikel RP = x tang α, und man erhält nach eben der (§. 16. Zus. 1.) angeführten Rechnung x = m Cot. α. Mit x ist der Punct R, also auch P und S bestimmt. — Wäre aber der Deich PQ kein fremder Deich, sondern gehörte derselben Deichscommüne, welche den neuen Deich LKR aufführt und unterhält; so ist klar, daß der Anschluß auf die Weise nicht geschehen könne, sondern der neue Deich mit dem alten in einerley Deichsverband zu setzen, und die Ecke RIQ als eintretend anzusehen wäre.

§. 19.

Wir kommen nun zu den eintretenden Ecken, das ist, zu denjenigen, wo der Fluß landeinwärts sich krümmt, wie (fig. 1) IKL; LMN. Auch hier dürfen wir uns nur mit der Theorie einer einzigen Ecke bekannt machen, um die vortheilhafteste Deichslage in allen vorkommenden Fällen zu ziehen. Denn obwohl es wahr ist, daß die Flüsse auf mancherley sonderbare Art oft gekrümmt sind, so können wir doch alle diese Krümmungen durch Tangenten in aus- und eintretenden Ecken verwandeln, und diese Tangenten wiederum durch regelmäßige Curven zu einer einzigen Linie vereinigen. Wäre z. B. fig. 5 eine birnförmige Landzunge, so könnte diese Stromkrümme alle Mahl durch Tangenten AB, BC, CD u. s. w. an der Vorlandgrenze gezogen in zwey oder mehrere auf einander folgende eintretende Ecken B und C verwandelt, und alsdann

dann die Theorie von der besten Lage, das ist von der Vereinigung aller zufälligen Ecken und Krümmungen in eine einzige continuirliche Linie, die nicht nur in öconomischer, sondern auch in hydraulisch-architectonischer Rücksicht die beste ist, darauf angewendet werden. Vorläufig ist wegen der unterschiedenen Theorie der ein- und austretenden Ecken noch folgendes zu bemerken. Bey den austretenden Ecken haben wir uns die Rechnung dadurch sehr erleichtert, daß nichts als die Verhältniß der Preise des Landes und Deichs ist voraus gesetzt, und verlangt worden, danach irgend einen Zirkelbogen zwischen zwey geraden Linien so zu ziehen, daß er diese Linie tangire, und nicht über eine bestimmte Grenze hinaus falle. Bey den eintretenden Curven ist hingegen nicht nur der Scheitelpunct der Curve, sondern auch die Berührungspuncte derselben sind gegeben. Denn es sey in der 1 fig. LMN die eintretende Ecke und rst die Grenze des Vorlandes, so muß die Deichslinie dieser Grenze, so viel es die Regelmäßigkeit erlaubt, sich nähern, und wenigstens in den Scheitelpunct s und in den Berührungspuncten r und t mit ihr zusammen treffen, damit nicht mehr Land vergeben werde, als die Continuität der Deichslinie nothwendig macht. Es ist noch zu bemerken, daß ein Berührungspunct alle Mahl als zwey gegebene Puncte anzusehen ist, indem er nicht nur den Ort, sondern auch die Richtung der Curve bestimmt. Solchem nach wären 5 Puncte der eintretenden Curve gegeben. Man möchte nun denken, je mehr Puncte der Curve bestimmt wären, je leichter sey es dieselbe Curve zu beschreiben. Das ist auch wirklich der Fall, wenn man im Felde eine freye Curve nach dem Augenmaß abstecken soll. Aber bey algebraischen Curven ist dieß umgekehrt. Je mehr Puncte bestimmt sind, durch welche eine Curve gehen soll, desto mehr Schwierigkeit findet ihre Construction. Wenn wir inzwischen in Betracht ziehen, daß die geraden Linien LM, MN an der Grenze des Vorlandes gezogen meistens auf

eine

eine gute Strecke darin oder nahe daran fortgehen, dergestalt, daß man die Berührungspuncte r und t in den geraden Linien gewöhnlich, insonderheit bey großen Flüssen, ansehnlich verrücken kann, ohne sich von der Grenze des Vorlandes merklich zu entfernen: so können wir in solchen Fällen vorläufig Mr = Mt nehmen, da alsdann der Calcül sehr leicht wird, indem die Curve zwey ähnliche und gleiche Hälften bekommen kann.

§. 20.

Es sey demnach NML (fig. 6) eine eintretende Ecke, in welcher die geraden Linien LM und MN durch eine Curve rst dergestalt zu vereinigen, daß die Curve Mr, = Mt, tangirt, und durch einen Punct s geht, welcher in der Linie MC die den Winkel NML halbirt, gegeben ist; so kann man zwar diesem Probleme durch architectonische Curven, oder zusammengesetzte Zirkelbogen ein Genüge thun. Denn man lege durch s eine Tangente ST auf MC senkrecht, so ist alles auf einer Seite von MC wie auf der andern. Nach der Methode §. 17 können zwischen den Tangenten NM und Ss die Halbmesser tC und vc determinirt, und mit cv der Bogen vsw; mit Ct = Cr die Bögen tv und rw beschrieben werden. Aber diese Zirkelcurve schließt in gegenwärtigem Falle mehr Land aus als irgend eine andere Curve von gleicher Länge thun würde, und ist daher in dieser Absicht nicht zweckmäßig. Wäre inzwischen zufällig der Punct s so gegeben, oder willkührlich zu nehmen, daß die ganze Curve mit einem einzigen Halbmesser sich beschreiben ließe; so hat die Zirkellinie wiederum eine gute Eigenschaft, die sie auch für die eintretenden Curven nützlich machen könnte. Denn da Strom und Eis, wenn sie in den eintretenden Curven sich lebhaft fortbewegen, dadurch eine Centrifugalkraft bekommen, welche dem Halbmesser umgekehrt proportional ist, und dieser Kraft lediglich von dem Deich widerstanden wird; so ist klar, daß

bey unveränderlem Halbmesser und gleichförmiger Geschwindigkeit auch diese angreifende Kraft unverändert bleibt, welches der besten Lage ungemein angemessen ist. Aber zu geschweigen daß sehr selten die Curve aus einem einzigen Zirkelbogen sich beschreiben läßt; so kommt auch diese Eigenschaft mehr bey Uferbefestigungen unmittelbar am Strome in Betracht, als bey einem Deiche, von dem wir voraus setzen, daß er eine dem Normale des Stroms angemessene Vorlandsbreite bekomme, das heißt, außerhalb dem Striche, oder lebhaften Angriffe des Stroms verlegt werde. Wir sehen auch deutlich, daß diese Schwungkraft sich freylich an den Ufern äußert, indem dieselben alle Mahl an der concaven Seite oder in eintretenden Krümmen abbrechen und an den converen anwachsen. Bey den Deichen hingegen, wenn sie anders nicht unmittelbar am Ufer liegen sondern gehöriges Vorland haben, ist diese Erscheinung umgekehrt; sie leiden gewöhnlich mehr in den austretenden als in den eintretenden Krümmungen, weil jene dem Stromstrich, der bey hohen Anschwellungen über die Landzungen hingeht, näher liegen; ich glaube daher, daß die Zirkellinie im gegenwärtigen Falle nicht mehr Vorzüge verdiene als irgend eine andere Curve. Um aber diese Theorie möglichst leicht und gemeinnützlich zu machen, will ich versuchen, mittelst der conischen Sectionen das Problem aufzulösen.

§. 21.

In der 7ten fig. sey r s t eine conische Section, welche durch die gerade Linie M C in ähnliche Hälften getheilt wird. Und es sey s p = x; p r = y, als senkrechte Coordinaten; R r = dx; R m = dy; so ist

$$Mp : y = dx : dy, \text{ folglich (A) } dx = Mp. \frac{dy}{y} = \frac{cdy}{y},$$

wenn c = M p gesetzt wird. Da es nun unzählige Puncte zwischen M und p gibt, durch welche vielleicht Eine oder mehrere der verlangten Curven können gezogen werden,

werden, so will ich die conischen Sectionen nach der Reihe vornehmen, und die Grenzen ihrer Durchschnittspuncte zwischen M und p aufsuchen. Wenn wir den Zirkel mit in Rechnung bringen, so kommen 4 Fälle nach der Zahl der 4 Curven vor.

Erster Fall.

Die Curve rst soll ein Zirkel seyn.

Wenn die Abscissen vom Bogen gerechnet werden, ist die Gleichung für den Zirkel $yy = 2ax - xx$;

$2ydy = 2adx - 2xdx$; also $dx = \frac{ydy}{a-x}$ folglich aus der Gleichung (A) $\frac{cdy}{y} = \frac{ydy}{a-x}$; oder $c(a-x) = yy$; woraus $a = \frac{yy \pm cx}{c}$ gefunden wird. Aus der Gleichung für den Zirkel $yy = 2ax - xx$ ist $a = \frac{yy \pm xx}{2x}$. Also ist $\frac{yy \pm cx}{c} = \frac{yy \pm xx}{2x}$.

und weil $y = pr = c \text{ tang } \alpha$. $c \text{ tang } \alpha^2 \pm x = \frac{cc \text{ tang } \alpha^2 \pm xx}{2x}$ oder $xx \pm 2c \text{ tang } \alpha^2 = cc \text{ tang } \alpha^2$ und wenn $cc \text{ tang } \alpha^4$ addirt, und dann die Quadratwurzel gezogen wird, so erhält man $x \pm c \text{ tang } \alpha^2 = \sqrt{(cc \text{ tang } \alpha^2 \pm cc \text{ tang } \alpha^4)} = c \text{ tang } \alpha \sqrt{(1 \pm \text{tang } \alpha^2)} = c \text{ tang } \alpha \text{ Sec. } \alpha$. Folglich $x = c \text{ tang } \alpha (\text{Sec } \alpha - \text{tang } \alpha) = ps$. Liegt also irgend ein gegebener Punct weiter oder näher von p, als ps, so kann kein Zirkel durch denselben gezogen werden, der die Tangenten ML und MN in r und t berührte. Wenn aber die Puncte r und p näher oder weiter kommen, so rückt auch p und s näher oder weiter von M, und ihre Entfernung wird kleiner oder größer; bleiben jedoch alle Mahl $= Mp \text{ tang } \alpha (\text{Sec } \alpha - \text{tang } \alpha)$.

Zweyter Fall.

Die Curve rst soll eine Parabel seyn.

Die Gleichung für die Parabel ist $ax = yy$; also $dx = \frac{2ydy}{a} = \frac{cdy}{y}$ (aus A), also $a = \frac{2yy}{c}$. Aus der Gleichung $ax = yy$ ist $a = \frac{yy}{x}$, folglich $2yyx = yyc$ oder $x = \frac{1}{2}c$; das ist wenn eine Parabel zwischen Mr und Mt soll können gezogen werden, die in r und t tangirt, so muß ihre Scheitel in der Mitte zwischen M und p liegen oder $ps = \frac{1}{2}pM$ seyn.

Dritter Fall.

Die Curve rst soll eine Ellipse seyn.

Die Gleichung für die Ellipse, wenn die Abscissen von der Scheitel gerechnet werden ist $yy = px - \frac{pxx}{2a}$. Wenn p den Parameter $= \frac{2bb}{a}$ bedeutet. Also $2ydy = pdx - \frac{2pxdx}{2a}$ oder $dx = \frac{2aydy}{pa-px}$; folglich aus (A) $\frac{cdy}{y} = \frac{2aydy}{pa-px}$; oder $cp(a-x) = 2ayy$; und $p = \frac{2ayy}{c(a-x)}$. Aus der Gleichung $yy = px - \frac{pxx}{2a}$ wird $p = \frac{2ayy}{2ax-xx}$ gefunden.

Demnach ist $\frac{2ayy}{ca-cx} = \frac{2ayy}{2ax-xx}$ oder $ca - cx = 2ax - xx$. Obwohl hieraus sich kein bestimmter Werth für x ergibt, indem a nicht als bekannt angesehen werden kann; so wissen wir doch daß $a = Cs =$ der halben Zwerchachse, eine positive endliche Größe sein müsse. Suchen wir also den Werth a aus dieser Gleichung, so werden wir daraus die Grenzen der Verhältniß zwischen c und x bestimmen können. Weil also

xx —

$xx - cx = 2ax - ca$; so ist $a = \frac{xx - cx}{2x - c}$. Die Natur der Sache ergibt, daß $c > x$ oder x wenigstens nicht größer als c, und der Scheitelpunct alle Mahl zwischen M und p liegen muß. Für $c = x$ verschwindet a. Ist aber $c > x$; so ist auch $cx > xx$; folglich $xx - cx$ negativ, weil nun aber a positiv bleiben soll; so muß auch der Divisor $2x - c$ negativ, also $c > 2x$ seyn. Wäre $c = 2x$; so würde $a = \infty$ also keine Ellipse sondern eine Parabel seyn. Wenn aber x kleiner als $\frac{1}{2}c$ ist oder der Punct s näher nach p als nach M liegt, so ist alle Mahl ein brauchbarer positiver Werth für a, also eine Ellipse möglich.

Vierter Fall.

Die Curve rst soll eine Hyperbel seyn.

Die Gleichung für die Hyperbel ist $yy = px \pm \frac{pxx}{2a}$. Differenzirt $2ydy = pdx \pm \frac{pxdx}{a}$. also $dx = \frac{2aydy}{ap \pm px} = \frac{cdy}{y}$. (A) Und daraus wird $p = \frac{2ayy}{ac \pm cx}$. Aus der Gleichung $yy = px \pm \frac{pxx}{2a}$ erhält man $p = \frac{2ayy}{2ax \pm xx}$. Also ist $ac \pm cx = 2ax \pm xx$. Weil nun auch hier a als die halbe Zwerchachse nicht bekannt ist, so läßt sich kein einfacher Werth für x bestimmen. Es muß also ebenfalls, wie bey der Ellipse aus der Lage und Eigenschaften von a die Grenze der Werthe von x bestimmt werden. Weil also $ac - 2ax = xx - cx$; so erhalten wir $a = \frac{xx - cx}{c - 2x}$.

Es muß aber a eine positive endliche Größe seyn, und nur eine andere Lage als in der Ellipse haben, kann folglich nicht Cs; sondern muß Ks seyn. Die Natur der Sache

ergibt auch hier, daß x nicht größer als c seyn könne; also muß $x = c$ oder $x < c$ seyn. Für $x = c$ verschwindet a; also ist $c > x$ folglich $xx - cx$ negativ; folglich muß auch $c - ax$ negativ und $x > \frac{1}{2}c$ seyn. Wenn also eine Hyperbel möglich seyn soll, so muß der Scheitelpunct s alle Mahl näher nach M als nach p liegen.

Zus. 1. Für die gleichseitige Hyperbel ist die Gleichung $yy = 2ax \pm xx$. Wenn differenzirt wird erhält man $dx = \frac{ydy}{a \pm x}$. Aus (A) $dx = \frac{cdy}{y}$. Aus beiden erhält man $a = \frac{yy - cx}{c}$. Diesen Werth in die Hauptabtheilung gesetzt, gibt $yy = \frac{yy - cx}{\frac{1}{2}c}$. $x \pm xx$ oder $yy = \frac{2yyx}{c} - xx$; woraus man erhält $x - \frac{yy}{c} = \pm \sqrt{\left(\frac{y^4}{c^2} - yy\right)}$; und weil $y = c \operatorname{tang} \alpha$, so ist $x = c \operatorname{tang} \alpha^2 \pm \sqrt{(cc \operatorname{tang} \alpha^4 - cc \operatorname{tang} \alpha^2)} = c \operatorname{tang} \alpha^2 \pm c \operatorname{tang} \alpha \sqrt{(\operatorname{tang} \alpha^2 - 1)}$. Dieser doppelte Werth für x wird unmöglich wenn α kleiner als $45°$ ist. Für größere Winkel ist er aber alle Mahl möglich, weil $\operatorname{tang} \alpha^2 - 1$ dann positiv bleibt. Uebrigens muß das Minuszeichen oder der kleinere Werth für x gelten, weil das Pluszeichen einen Werth für x größer als c gibt, welcher wie die Natur der Sache oder der Anblick der Figur ergibt, nicht gebraucht werden kann, indem Mp alle Mahl nothwendig größer als sp seyn muß; also ist $x = [\operatorname{tang} \alpha - \sqrt{(\operatorname{tang} \alpha^2 - 1)}] c \operatorname{tang} \alpha$.

Zus. 2. Man kann auch ohne Differential-Rechnung die Werthe von x aufsuchen, aber die Rechnung wird weitläuftiger. Will man inzwischen eine gewisse Proportion, die von dem Herrn **Euler** (Einl. in die Analys. d. Unendlichen §§. 118. 141. 155.) für alle Linien der zweyten Ordnung allgemein erwiesen und an lehrreichen

Folge-

Folgerungen sehr fruchtbar ist, voraus setzen; so läßt sich alles ungemein leicht bestimmen. Es sey fig. 7. C der Mittelpunct und Cs der Halbmesser der Curve = a; s sey die Scheitel und sp = x; Mp = c; so ist a — x: a = a : c ⊣ a — x; also aa = (a — x) (c ⊣ a - x).

Woraus man erhält $\frac{xx - cx}{2x - c} = a$. Für die Ellipse muß nun a eine endliche positive Größe, auch muß c nothwendig größer als x seyn, welches nicht anders möglich ist als wenn $c > 2x$. Für die Parabel ist $a = \infty$, welches geschieht wenn $2x = c$ oder $x = \frac{1}{2} c$ ist. Für die Hyperbel muß die Proportion anders geordnet werden, weil ihr Mittelpunct nach der entgegengesetzten Seite in K liegt, und a = Ks ist. Also ist

Kp : Ks = Ks : KM.

a ⊣ x : a = a : a — c ⊣ x; oder aa = (a ⊣ x).

(a — c ⊣ x.). Woraus $a = \frac{xx - cx}{c - 2x}$ gefunden wird.

Da nun c nothwendig größer als x und a, gleichwohl positiv bleiben soll, so muß $c > x$ und $c < 2x$ seyn.

§. 22.

Wenn also in fig. 8 die geraden Linien Lr und Nt mittelst einer Curve zu vereinigen sind, und dieselbe eine von den genannten conischen Sectionen seyn soll, so kommt es darauf an, ob außer den Berührungspuncten r und t noch ein Punct, durch welchen die Curve gehen müsse, vorgeschrieben sey oder nicht. Letztern Falls hat man eine freye Wahl unter allen bisher erwähnten Linien. Ist aber ein Punct vorgeschrieben, so nehme man denselben zum Scheitelpunct, und ziehe durch ihn die gerade Linie MC und darauf rp oder tP perpendiculär. Liegt nun der vorgeschriebene Punct zwischen M und p, so ist eine von mehr gedachten Curven möglich. Welche? das hängt von dem Ort des vorgeschriebenen Puncts ab; ist

dieser in s genau in der Mitte von pM, also Ms = sp; so ist keine andere Curve als der Parabelbogen rs möglich. Liegt aber der vorgeschriebene Punct v näher nach p, so ist die Curve rv alle Mahl ein elliptischer Bogen, worunter auch der Zirkel vorkommt. Liegt endlich der vorgeschriebene Punct u weder in der Mitte noch näher nach p, so liegt er näher nach M, und dann ist die Curve ru alle Mahl eine Hyperbel. Also kann kein Punct gegeben werden, durch welchen nicht eine dieser Linien könnte gezogen werden.

Eben diese Schlüsse gelten auch auf der andern Seite von MC. Wenn Mr = Mt; auch überdem der Winkel LMN durch MC halbirt wird (welche beide Bedingungen der Deutlichkeit halben bisher angenommen, jedoch keinesweges nothwendig sind), so sind die Curven tv, ts, tu völlig gleich und ähnlich den Curven rv, rs, ru. Wenn aber wie es die gegenwärtige Figur vorstellt, Mt und Mr nicht gleich, auch der Neigungswinkel beider Linien durch MC nicht halbirt ist, so können die gedachten Curven einander nicht gleich seyn. Es können vielmehr parabolische mit hyperbolischen, oder diese mit elliptischen Bögen u. s. w. zusammen kommen, welches alle Mahl von dem Ort des Scheitelpuncts abhängt. Ist z. B. der Scheitelpunct s in der Mitte von Mp, so ist er nicht zugleich in der Mitte von MP sondern näher nach M als nach P; also wird die Parabel rs mit einer Hyperbel, ts, in der Scheitel zusammen kommen, beide aber werden nichts desto weniger eine stetige Linie mit einander und mit den geraden Linien Nt und rL ausmachen, und dieses ist es was zur besten Deichslinie erfordert wird.

§. 23.

Nachdem nun die Umstände unter welchen diese oder jene Curve möglich ist, genugsam bekannt sind, so müssen noch die zur Ausführung erforderlichen Data mit wenigen

wenigen berührt werden. Es sind alle Mahl die Linien LM und NM, fig. 8, im Felde abgesteckt oder auf der Charte gezogen. Innerhalb dem Winkel LMN wird die Scheitel so genommen wie es vorgeschrieben, oder wie man es dem Locale angemessen erachtet. Durch die Scheitel wird die gerade Linie MC gelegt. Der Ort des Scheitelpuncts in der geraden Linie MC, wie auch des Berührungspuncts r in der geraden Linie LM, sind nun (I) entweder vorgeschrieben, und so wird daraus die Curve, welche möglich ist, erkannt; oder (II) die Curve welche gezogen werden soll ist genannt, und in diesem Fall muß der Ort des Scheitelpunctes s, oder wenn der bestimmt ist, der Berührungspunct r danach gelegt werden, daß die vorgeschriebene Curve möglich sey. Sollte z. B. eine Parabel gezogen werden, so müßte s zwischen M und p in der Mitte liegen; welches, da M ein fester Punct ist, auf zweyerley Art bewerkstelliget werden mag, indem man nähmlich s oder r (folglich auch p) näher oder weiter nach einer oder der andern Seite rückt.

Diesem nach kann im Felde oder auf dem Papiere folgendes alle Mahl gemessen und als bekannt voraus gesetzt werden. Nähmlich (fig. 7) die geraden Linien $Mp = c$; $sp = m$; und $rp = n$; und der Winkel $LMC = \alpha$. Ueberdem ist die Gleichung zwischen den rechtwinkligen Coordinaten bekannt, durch welche die Curve construirt wird, wenn die Abscissen von der Scheitel an gerechnet werden. Diese Gleichung sey alleMahl zur Hand, und es sey

Zum ersten ein Zirkelbogen abzustecken.

Die Gleichung ist $yy = 2ax - xx$. Statt x und y setze man die bekannten Werthe m und n, so erhält man $a = \frac{nn + mm}{2m}$. Ist also a bekannt, so kann man für x nach und nach in der geraden Linie sp mehrere Puncte 1, 2, 3 von bekannter Entfernung z. B.

10,

10, 20, 30 Fuß u. s. w. annehmen, und selbige in obige Gleichung setzen, so erhält man $y = \sqrt{}$ (2. 10. a — 100); oder $y = \sqrt{}$ (2. 20. a — 400) u. s. w. Die solcher Gestalt für y gefundene Werthe stellen die zugehörigen Ordinaten 11, 22, 33 u. s. w. vor, wodurch so viele Puncte der Curven als man will determinirt werden.

Zum zweyten. Es soll eine Parabel abgesteckt werden.

Die Gleichung ist $px = yy$. Statt x und y setze man m und n, so findet man $p = \frac{nn}{m}$. Wenn also p in Zahlen bekannt ist, so werden für x willkührliche Werthe angenommen, und die correspondirenden für y aus der Gleichung gesucht.

Zum dritten. Es soll eine Ellipse abgesteckt werden.

Die Gleichung ist $yy = px - \frac{pxx}{2a}$. Und wenn für x und y ihre bekannten Werthe m und n gesetzt werden, so erhält man $p = \frac{2ann}{2am - mm}$. Es ist aber nach dem vorhergehenden (§. 21. 3ter Fall) $a = \frac{xx - cx}{2x - c}$ $= \frac{mm - cm}{2m - c}$. Hiernächst wenn p und a in Zahlen ausgedrückt worden, können für x so viele Werthe als man will gesetzt, und die zugehörigen Werthe für y bestimmt werden.

Zum vierten die Hyperbel zu construiren.

Die Gleichung ist $yy = px \mp \frac{pxx}{2a}$. Wird für x und y nun m und n gesetzt, so erhält man $p = \frac{2ann}{2am \mp mm}$. Da denn (§. 21. 4ter Fall) $a = \frac{xx - cx}{c - 2x}$ $= mm$

$= \frac{mm - cm}{c - 2m}$ sowohl als p in Zahlen kann gesetzt, und hiernächst aus der Gleichung das übrige bewerkstelliget werden, nähmlich zu angenommnen Werthen von x die zugehörigen von y gesucht werden.

Um auch Exempel in Zahlen zu geben, so sey (fig. 8) durch den Punct u die Hyperbel r u zu beschreiben; und es sey $Mp = C = 80$ Ruthen oder Ketten

$rp = n = 45$

$up = m = 50$

so ist $a = \frac{mm - cm}{C - 2m} = 75$

$$p = \frac{2ann}{2am + mm} = 30{,}375$$

$$\frac{p}{2a} = 0{,}2025.$$

also $yy = 30{,}375\,x + 0{,}2025\,xx$ oder

$y = \sqrt{(30{,}375\,x + 0{,}2025\,xx)}$

Wenn nun für x folgende Werthe nach und nach angenommen und von der Scheitel an gerechnet werden, so erhält man die nebengesetzten Werthe für y, welche die zugehörigen Ordinaten vorstellen, durch deren Endpuncte a, b, c, d, ... die Curve determinirt wird

Werthe von x. 2; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45.

Werthe von y. 7,8. 12,5. 18. 22,4. 26,2. 29,8. 33. 36,2. 39,2. 42.

Ferner es sey eine Parabel r s abzustecken; und es sey $\frac{1}{2}\,c = m = 40$; $n = 45$; so ist $a = \frac{nn}{m} = 50{,}62$; (diese Zahlen können Ellen, Faden, Ruthen, Ketten oder was Längenmaß man will bedeuten); und $yy = 50{,}62\,x$; oder $y = \sqrt{(50{,}62.\,x)}$

Für $x = 2; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40.$

wird $y = 10; 15{,}9; 22{,}5; 27{,}5; 31{,}8; 35{,}5; 38{,}9; 42{,}1; 45.$

wonach

wonach die Curve rs wirklich beschrieben ist, und im Felde abgesteckt werden kann.

Endlich sey noch die Ellipse rv zu construiren; und es sey $c = 80$ $n = 45$; $m = 30$;

$$\text{so ist } a = \frac{mm - cm}{2m - c} = 75.$$

$$p = \frac{2ann}{2am - mm} = 84{,}38$$

$$\frac{p}{2a} = 0{,}5625$$

$y = \sqrt{(84{,}38\ x - 0{,}5625\ xx)}$. Setzt man nun für x; 2; 5; 10; 15; 20; 25; 30. so erhält man für y; 12,9. 20,5. 28,1. 33,8. 38,2. 41,9. 45. Und nach diesen Ordinaten ist der elliptische Bogen rv wirklich bestimmt. Die drey Bögen rv; rs und ru sind demnach wirkliche Kegelschnitte; die correspondirenden Curven tv; ts; tu (die in der Figur willkührlich gezeichnet sind) können nicht nach eben derselben Rechnung abgesteckt werden, wenn nicht $Mt = Mr$ und $Pt = pr$ ist, sondern es müssen für diese Bogen die vorige Rechnung wiederhohlet, und für c, m und n nun die Werthe MP, uP und tP in Zahlen gesetzt werden, da alsdann auch die Construction dieser Bögen nicht die mindeste Schwierigkeit, und die Stetigkeit der ganzen complexen Linie LrutN keinen Zweifel hat.

§. 24.

Weil die Basis des Deichs nicht eigentlich eine Linie, sondern eine Fläche mit zweyen parallelen Linien der Länge nach begrenzt seyn muß, so ist noch die Methode anzugeben, wie dieses bewerkstelliget werden mag. Für den Kreis hat es keine Schwierigkeit, mit einem gegebenen Bogen einen andern parallel abzustecken. Denn es sey der Halbmesser des gegebenen Zirkelbogen $= a$; und der parallele Abstand beider Kreise $= b$; so wird in

der

der Gleichung für den Kreis nun a ± b gesetzt, wenn der neue Bogen ausserhalb, oder (a — b) wenn er innerhalb dem gegebenen liegen soll. Die Werthe von y welche man alsdann erhält, wenn die Abscissenlinie und die Werthe von x unverändert bleiben, bestimmen die Puncte, welche in den parallelen Kreisbogen liegen. Es ist aber diese Methode nicht anwendbar bey den übrigen Curven. Wenn man in deren Gleichungen die beständigen Größen, um eine gegebene Quantität ändert, so erhält man freylich Curven, die diesen verwandt oder ähnlich, aber keinesweges damit parallel sind. Es ist dieß in der That zuweilen unerwartet, daß Anfänger können dadurch irre geführt werden (*). Wäre z. B. eine Ellipse um einer andern gegebenen parallel abzustecken, und die halben Achsen der letztern a und b, der Abstand der äußern = c; und man setzte in die Gleichung für die Ellipse statt a und b, nun a ± c und b ± c; so erhält man zwar alle Mahl eine Ellipse, welche die gegebene umschließt, aber mit derselben in keinen Puncten parallel ist, ausgenommen in den 4 Endpuncten der Achsen. Eben dergleichen Bewandniß hat es mit der Parabel und Hyperbel; und es sind, so viel mir davon bekannt ist, von den gelehrten Mathematikern keine Gleichungen zwischen rechtwinkligen Ordinaten für parallele conische Sectionen angegeben worden.

Um nun in diesem Puncte keine Lücke übrig zu lassen, habe ich mich an meinen verehrungswürdigen Lehrer, den Herrn Hofrath **Kästner** zu Göttingen gewandt.

(*) Der Fall ist mir selbst, als ich über diese Materie noch nicht reiflich nachgedacht hatte, widerfahren. Ich sollte nähmlich auf Befehl der löbl. Hamb. Kammer ein Felsenwerk zur Befestigung um die Feuerbaake auf der Insel Neuwerk anlegen, wozu die elliptische Gestalt am bequemsten war; ich berechnete die innere und äußere Ellipse nach der angeführten Methode, und fand bey der Absteckung, daß ich geirrt hatte.

wandt. Mein Brief an ihn, so weit er hier zur Sache gehört, lautet folgender Maßen:

P. p.

Da Ew. Hochwohlgebornen so herablassend und gütig sind, auch Anfänger fortzuhelfen und zu ermuntern, so bin ich abermahls so dreist, Ihnen einige Bemühung zuzumuthen.

Die Ströme fließen gewöhnlich in krummen Linien, und die Kenntnisse und Anwendungen der Curven sind daher vielleicht nirgends wichtiger und nothwendiger, als beym Deich- und Wasserbau-Wesen; ich habe über diese Materie etwas nachgedacht, und finde, daß die conischen Sectionen vielleicht in allen Fällen zureichend sind, aber ich stoße dabey auf eine Schwierigkeit. Die Wasserbauwerke längs den Strömen haben nähmlich keine Grund**linien**, sondern sie haben Grund**flächen** zwischen **parallelen** Grundlinien eingeschlossen. Nun ist es zwar leicht, nach einer Gleichung zwischen rechtwinkligen Coordinaten eine Ellipse, Parabel oder Hyperbel im Felde abzustecken: aber **mit einer gegebenen eine andere in bekannter Entfernung parallel abzustecken**, davon sehe ich die Möglichkeit nicht gleich ein.

Erlauben es Zeit und Umstände, daß Ew. ꝛc. hierüber mit einigen Erläuterungen oder Nachweisungen mir zur Hand gehen können, so werde solches mit vieler Dankbarkeit erkennen; und Sie werden die Satisfaction haben, mit der etwanigen Auflösung dieses Problems etwas sehr nützliches und beförderliches zum Besten der menschlichen Gesellschaft und Ihrer Wissenschaften geliefert zu haben.

Ich verbleibe ꝛc.

Der Herr Hofrath haben, so weit Ihre Zeit und Geschäfte es Ihnen erlaubt, meinen Wunsch gewährt, und mir folgende eigenhändige Rechnung gütigst mitgetheilt.

"Eine

"Eine Linie einer gegebenen parallel. (S. fig. 7*)"

„Nr. 1. M sey in der gegebenen; AP = x; PM „= y. MO die Normallinie. Auf ihr nehme man „MH = h; so soll H in der gesuchten Linie seyn, davon „jeder Punct H, um h von der gegebenen, in welcher M „ist, absteht.„

„Nr. 2. Man fälle Hi = q senkrecht auf AP; „und es sey Ai = p. Hat man also aus der gegebenen „Linie, in welcher M ist, p und q, so kann man die Pa„rallele verzeichnen.„

„Nr. 3. $PO = \frac{y.dy}{dx}$; und $MO = \frac{yds}{dx}$; OH „$= h - MO$; also MO : OP = OH : Oi. $OI = \frac{OH.OP}{MO}$ und $Ai = x \pm OP \pm \frac{OH.OP}{MO} = x \pm \frac{(MO \pm OH)\,OP}{MO}$ also $p = x \pm \frac{hdy}{ds}$.„

„Nr. 4. Ferner PO : PM = OI : HI.

$$dy : dx = p - AO : q$$

„nun ist $p - AO = x \pm \frac{hdy}{ds} - x - \frac{ydy}{dx} = \frac{h.dy}{ds} - \frac{ydy}{dx}$. also $q = \frac{hdx}{ds} - y$.„

„Nr. 5. Man setze $dy = u.\,dx$; also $ds = dx\sqrt{(1 \pm u^2)}$; so ist $p = x \pm \frac{h.u}{\sqrt{(1 \pm u^2)}}$ $q = \frac{h}{\sqrt{(1 \pm u^2)}} - y$.„

„Nr. 6. Wenn die gegebene Linie in welcher sich „M befindet algebraisch ist, so läßt sich alle Mahl eine „algebraische Gleichung zwischen p und q finden. Denn „u ist durch x und y gegeben; und so kann man x, y „und u aus den beiden Gleichungen (5) wegschaffen, und

„findet eine zwischen p und q. Nähmlich man hat vier „Gleichungen I; II in (5); III zwischen x und y; IV „zwischen x, y und u. Aus diesen vier Gleichungen „kann man die drey Größen x, y und u wegschaffen, „und bekömmt so eine zwischen p und q.„

„Nr. 7. Ist aber die gegebene Linie transcenden„tisch, so hat man keine algebraische Gleichungen zwischen „x und y; also kann man freylich u durch x; y weg„schaffen, aber nicht y durch x.„

„Es sey die gegebene Linie eine logarithmische $\frac{y\,dx}{a}$

„$= dy$; also $u = \frac{y}{a}$; so ist $p = x \mp \frac{h.y}{\sqrt{(a^2 \mp y^2)}}$;

„$q = \frac{ha}{\sqrt{(a^2 \mp y^2)}} - y$. Aus der letztern Gleichung „läßt sich y durch q ausdrücken; und so hat man aus „der ersten eine zwischen p, q, x; aber x läßt sich nicht „wegschaffen, weil die zwischen x und y fehlt.„

„Nr. 8. Also ist die Parallele algebraisch oder „transcendentisch, nachdem es die gegebene Linie ist.„

„Verhalten der Parallele zur Evolute.„

„Nr. 9. Jede Normallinie MO schneidet ihre „nächste in einem Punct K, welcher sich in der Linie DK „befindet, aus deren Abwickelung AM entsteht (An. Un„endl. 563). KM ist eine Tangente dieser Linie. Man „suche also die Linie aus deren Abwicklung AM entsteht, „die Evolute von AM. Hat man diese Evolute so be„schreibe man durch ihre Abwicklung AM und nehme „auf jedem Halbmesser KM der Krümmung der ex „evolutione genitae, MH = h; so ergibt sich die „Parallele.„

„Nr. 10. Das leichteste Exempel dazu ist AM „ein Kreis, dessen Evolute ein Punct ist.„

„Nr. 11.

„Nr. 11. Ein bestimmtes Stück einer geraden Linie „wird für einen Kreisbogen angenommen, dessen Mittel„punct unendlich entfernt ist. Also, eine Parallele mit „diesem Stücke ist ein Kreisbogen zu eben dem Mittel„punct; sein unendlicher Halbmesser ist um h kleiner als „der vorige.„

„Nr. 12. Parallelen durch Abwickelung zu beschrei„ben lehrt **Leibniz** Act. Er. Lipf. Nov. p. 93. Man „findet den Aufsatz in Jo. Bernoullii op. T. I. N. 20. „und **Joh. Bernoulli's** Beyfall daselbst N. 21.„

„Nr. 13. H (S. fig. 7) sey ein gegebener Punct, „durch welchen eine Parallele mit tsr gehen soll. Man „ziehe durch H eine Normallinie HK auf tsr und be„schreibe mit HK = h einen Kreis, den lasse man an „tsr sich wälzen, so beschreibt sein Mittelpunct die Pa„rallele HI in dem Abstande = h.„

„So lehrt **Leibniz** a. a. O. Parallelen ohne Ab„wickelung beschreiben; und Joh. Bernoulli fügt bey, wie „es zu machen ist, daß die Parallele durch einen gegebe„nen Punct H geht.„

„Nr. 14. Durch einen gegebenen Punct läßt sich „auf jede algebraische Linie eine Normallinie ziehen, aber „nicht auf jede transcendentische, z. E. nicht auf die lo„garithmische Spirallinie aus ihrem Mittelpunct (An. „Unendl. 910). Also läßt sich auch durch einen gegebenen „Punct jeder algebraischen Linie eine Parallele ziehen, aber „nicht jeder transcendentischen.„

„Nr. 15. Ob Abwickelungen und Wälzen des Krei„ses in der Ausübung brauchbar sind, entscheide ich nicht. „Mein Verfahren (3 – 5) p und q zu finden, die an„genommnen x und y gehören, haben wenigstens Leibniz „und Bernoulli nicht erwähnt.„

„Nr. 16. Wie man einer Epicycloide eine Paral„lele zieht zeige ich im Lemm II. meiner Abhandlung de „dentibus rotarum qui urguntur paxillis rotundis. Com„ment. Soc. Gotting. T. V. 1782.„

„Exempel von einer Parallele zu einer gegebenen „Linie.„

I. Exempel.

„Nr. 17. Die gegebene sey eine gerade $y = x$ „tang α; $dy = dx$ tang α. $ds = dx$ Sec α; also „$p = x + h$ Sin α; $q = h$ Cos $\alpha - y$. Daher „$x = p - h$ Sin α. Folglich x tang $\alpha = p$ tang $\alpha -$ „$\frac{h \text{ Sin } \alpha^2}{\text{Cos } \alpha}$. Aber dieß $= y = q = h$ Cos $\alpha - q$. Folg- „lich $q = \frac{h}{\text{Cos } \alpha} - p$ tang α. Für $q = o$ ist $p = \frac{h}{\text{Sin } \alpha}$.„

(Es wird dieses alles deutlich wenn man statt der Curve AM fig. 7* sich eine gerade vorstellt; wo denn MAP = PLH = α ist.)

II. Exempel.

„Nr. 18. M in einer Parabel $y^2 = bx$; $dy = \frac{bdx}{2y}$; $ds = \frac{\sqrt{(4y^2 + b^2)}}{2y}$. $dx = \frac{\sqrt{(4bx + b^2)}}{2\sqrt{bx}}$ „dx; $p = x + \frac{hb}{\sqrt{(4bx + b^2)}}$; $q = \frac{h2\sqrt{bx}}{\sqrt{(4bx + b^2)}}$ „$- \sqrt{bx}$.„

„Nr. 19. Wenn man aus diesen beiden Gleichun- „gen x wegschafft, hat man eine zwischen p und q; die „berechne ich nicht.„

„Nr. 20. Man hat auch $q = \frac{2h - \sqrt{(4bx + b^2)}}{\sqrt{(4bx + b^2)}}$ „$- \sqrt{bx} = \frac{2h - \sqrt{(4bx + b^2)}}{\sqrt{(4 + \frac{b}{x})}}$.„

„Nr. 21. Der Ausdruck für p (18) hat zwey „Werthe; nachdem man die Quadratwurzel im Nenner „des zweyten Theils bejaht oder verneint setzt.„

„Nr. 22.

„Nr. 22. Im zweyten Ausdruck für 9 (20) hat „der Zähler zwey Werthe, nachdem in ihm die Qua„dratwurzel bejaht oder verneint genommen wird; und „eben so auch der Nenner. Also zu jedem Werthe des „Zählers einen des Nenners genommen, gehören zu „jedem x; vier q.„

„Nr. 23. Also zu jeden p (21) zwey q.„

„Nr. 24. Ohne die Gleichung (19) findet man „aus (18) die jedem x gehörige p und q.„

„Nr. 25. Ich will dabey die Wurzelgrößen als „bejaht annehmen. Also wenn eine — vor sich hat, „wird ihr Werth abgezogen.„

„Nr. 26. $x = 0$; gibt $p = h$; $q = 0$.„

„Nr. 27. $x = b$; gibt $p = b \mp \frac{h}{\sqrt{5}}$. Und „$q = \frac{2h}{\sqrt{5}} - b$.„

„Nr. 28. $x = mb$ gibt $p = mb \mp \frac{h}{\sqrt{(4m \mp 1)}}$; „$q = \frac{2h\sqrt{m}}{\sqrt{(4m \mp 1)}} - b\sqrt{m}$.„

„Nr. 29. Für x unendlich folgt aus (18) p un„endlich, aber $q = \left(\frac{2h}{2\sqrt{bx}} - 1\right)$. $\sqrt{bx} =$ „$h\sqrt{bx} = h - y$. Nähmlich im Unendlichen wird „die Parabel der Achse parallel, so fällt die Normallinie „auf die Ordinate und ein Punct auf ihr in der Weite „$= h$ von M, liegt über der Achse um die Weite „$y - h$ von ihr. Da nun in der Figur auf welche „die Rechnung sich bezieht H unter der Achse angenom„men war, so wird $1H = q$ verneint und das zeigt „$h - y$ an.„

„Nr. 30. Man kann also fragen wo die Paral-
„lele die Achse schneidet? Da ist $q = o$. Also in (18)
„$4h^2 = 4bx \pm b^2$ gibt $\frac{h^2}{b} - \frac{1}{4}b = x$; oder (28)
„$\left(\frac{h}{b}\right)^2 - \frac{1}{4} = m$.„

„Nr. 31. Wenn man also nach (25) rechnet, ist
„die Parallele unter der Achse bis an die (30) bestimmte
„Abscisse; für größere über der Achse.„

„Nr. 32. Nähmlich der Parabel Normale $MO =$
„$\frac{\sqrt{4bx \pm b^2}}{2}$ wird $= h$ für das x in (30).„

„Nr. 33. Weil bey der Parabel x nicht verneint
„ist, so muß in (30) h^2 größer als $\frac{1}{4}b^2$ seyn, oder
„$h > \frac{1}{2}b$ wenn die Parallele die Achse schneiden soll.„

„Nr. 34. Ist h nicht größer als $\frac{1}{2}b$ so befindet
„sich die Parallele beständig über der Achse und alle q
„sind verneint. Nähmlich alsdann ist im zweyten Werth
„von q (20) der Zähler alle Mahl verneint wie klein auch
„x ist. Aber eben der Zähler ist wenigstens für kleine
„x bejaht, wenn h größer ist als b.„

„Nr. 35. Wenn 2h größer als b, so schneidet
„die Parallele die Achse zwey Mahl. Das erste Mahl
„für $x = o$ und $p = h$ (18); von diesem Durchschnitte
„geht sie für größere p unter die Achse bis zum zweyten
„Durchschnitte (30) wo $p = \frac{h^2}{b} \pm \frac{1}{4}b$.„

„Nr. 36. Es sey $b = 1$; und $h = b = 1$; so
„gehören zusammen

x	p	q
„0	1	0
„$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$ ⊢ $\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{2}-1}{2}$
„$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$ ⊢ $\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\left(\frac{2}{\sqrt{3}}-1\right).\frac{1}{\sqrt{2}}$
„$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$ ⊢ $\frac{1}{2}$	0
„1	1 ⊢ $\frac{1}{\sqrt{5}}$	$\frac{2}{\sqrt{5}}-1$
„2	2 ⊢ $\frac{1}{3}$	$(\frac{2}{3}-1).\sqrt{2}$.

u. ſ. w.„

„Nr. 37. Es ſey $h = \frac{1}{4}$ ſo gehören zuſammen

x	p	q
„0.	$\frac{1}{4}$	
„$\frac{1}{4}$.	$\frac{1}{4}$ ⊢ $\frac{1}{4\sqrt{2}}$.	$\left(\frac{2}{4\sqrt{2}}-1\right)\frac{1}{2}$
„$\frac{1}{2}$.	$\frac{1}{2}$ ⊢ $\frac{1}{4\sqrt{3}}$.	$\left(\frac{2}{4\sqrt{3}}-1\right)\sqrt{\frac{1}{2}}$.

u. ſ. w.„

„Nr. 38. Wenn man die Neiliſche Parabel ver„zeichnet hat, welche der gegebenen Appollonianiſchen „Parabel Evolute iſt (An. Unendl. 573) ſo nehme man „auf jeder ihre Tangente KM das Stück MH für die „Parallele.„

„Nr. 39. Da man doch einmahl die Parabel „muß gezeichnet haben, ſo wäre bey ihr wohl am für„zeſten $PO = \frac{1}{2}b$ zu nehmen (An. Unendl. 93) und auf „der Normale MO nun $MH = h$; ſo brauchte man „zur Verzeichnung nicht einmahl die Gleichungen (28).„

„Nr. 40. Auch bey Ellipſe und Hyperbel gibt ſich „die Subnormale gar leicht (An. Unendl. 94); und ſo „kann nan vermittelſt ihrer die Normale ziehen und

„darauf h nehmen, ohne Gleichungen zu suchen die p „und q durch x gäben.„

„Nr. 41. Die Gleichung zwischen p und q wird „meist zu verwickelt seyn, daß die viele Mühe sie zu „suchen belohnt würde.„

* * *

Bey einem spätern Briefe von meinem verehrungswürdigen Lehrer habe ich noch einen Nachtrag zur Erläuterung der Theorie von den Parallelen erhalten, den ich mit Vergnügen noch beyfüge. Zuvor ein Auszug des Briefes selbst.

(„Dieß ist eine der vielen Proben, daß in der „Praxi was mehr nöthig ist als Elementar-Mathematik; „freylich wird diese Wahrheit immer noch nicht erkannt. „Da zu Ihrer Absicht die krumme Linie, deren Paral„lele Sie brauchen, doch selbst muß verzeichnet wer„den, so geben freylich die Normalen die bequemste Aus„übung. Würde die erste nicht verzeichnet, so wäre „es bequemer zusammengehörige p und q zu berechnen.„

„Die Gestalt der Hebarme bey Pochstämpfern wird „durch die krumme Linie bestimmt, die aus Abwicklung „des Kreises entsteht. In einer Abhandlung darüber „in unsrer Societ. der Wissenschaften habe ich auch ge„lehrt, diese krumme Linie durch Puncte, die man durch „Rechnung findet, zu verzeichnen. Herr Prof. **Meister** „meinte, es wäre doch bequemer den Kreis selbst ab„zuwickeln. Das erfordert aber für jeden Fall eine „Scheibe von gehöriger Größe; und das Geld, das „diese zu drehen kostet, erspart die Rechnung.„

„Hier ist noch etwas von den Parallelen, das Sie „hoffentlich auch brauchen können. Wenn ich ein syste„matische Abhandlung darüber machte, wäre das der „Anfang; vielleicht ist für Sie aber bequemer die Er„läuterung es zuletzt zu setzen.„)

„Nr. 42.

„Nr. 42. In der Fortification bedient man sich, „innern und äußern Umriß, z. E. bey Wällen, Gräben „u. s. w. von gleicher Breite zu erhalten, folgendes Ver„fahrens.„

„Nr. 43. Es sey ZABCD (fig. 52) ein Theil „des äußern Umrisses. Die Seiten AB = a; BC „= b; CD = c. Man halbire die Winkel ZAB, „ABC, BCD u. s. w. die ganzen mögen α, β, γ „u. s. w. heißen.„

„Nr. 44. Auf irgend eine Seite des äußern Um„risses AB setze man senkrecht beider Abstand MN = h.„

„Nr. 45. Durch N eine Parallele mit AB gezo„gen schneidet die Linien, die α, β halbiren in A*, B*.„

„Durch B* eine Parallele schneidet die Linie die β „und γ halbiren in B*, C* u. s. w. So gibt sich der „innere Umriß A* B* C* - - - „

„Verhältniß seiner Seiten zu ähnlich lie„genden des äussern.„

„Nr. 46. Ein Perpendikel von A* auf AB schnei„det auf der letzten Linie von A aus ein Stück (Am) „= h. Cot $\frac{1}{2}\alpha$, ab.„

„Auch so eins von B* auf AB, ein Stück von B „aus = (Bm) = h Cot $\frac{1}{2}\beta$.„

„Folglich ist A*B* = mm = a — h (Cot $\frac{1}{2}\alpha$ ✠ „Cot $\frac{1}{2}\beta$).„

„Anmerk. Cot $\frac{1}{2}\alpha$ ✠ Cot $\frac{1}{2}\beta$ = $\frac{\text{Cos } \frac{1}{2}\alpha}{\text{Sin } \frac{1}{2}\alpha}$

„✠ $\frac{\text{Cos } \frac{1}{2}\beta}{\text{Sin } \frac{1}{2}\beta}$ = $\frac{\text{Sin } \frac{1}{2}\beta . \text{ Cos } \frac{1}{2}\alpha \text{ ✠ Sin } \frac{1}{2}\alpha . \text{ Cos}^{\frac{1}{1}}\beta}{\text{Sin } \frac{1}{2}\alpha . \text{ Sin } \frac{1}{2}\beta}$

„= $\frac{\text{Sin } \frac{1}{2}(\alpha \text{ ✠ } \beta)}{\text{Sin } \frac{1}{2}\alpha . \text{ Sin } \frac{1}{2}\beta}$. Also hat man A* B* = a — h

$\frac{\text{Sin } \frac{1}{2} (\alpha \pm \beta)}{\text{Sin } \frac{1}{2} \alpha . \text{ Sin } \frac{1}{2} \beta}$ welches dient die Linien bequem mit
„Logarithmen zu berechnen.„

„Nr. 47. Eben so $B^* C^* = b - h$ (Cot $\frac{1}{2} \beta$.
„$\pm$ Cot $\frac{1}{2} \gamma$) $= b - h \frac{\text{Sin } \frac{1}{2} (\beta \pm \gamma)}{\text{Sin } \frac{1}{2} \beta . \text{ Sin } \frac{1}{2} \gamma}$.„

„Nr. 48. Zu a, b, $A^* B^*$ ist die vierte Propor-
„tionallinie b. $\left(1 - \frac{h \text{ Sin } \frac{1}{2} (\alpha \pm \beta)}{a \text{ Sin } \frac{1}{2} \alpha . \text{ Sin } \frac{1}{2} \beta}\right)$„

„Nr. 49. Ist diese $= B^* C^*$; so ist $a \frac{\text{Sin } \frac{1}{2} (\beta \pm \gamma)}{\text{Sin } \frac{1}{2} \gamma}$
„$= b . \frac{\text{Sin } \frac{1}{2} (\alpha \pm \beta)}{\text{Sin } \frac{1}{2} \alpha}$.„

„Nr. 50. Nun kann man die beiden Seiten (a, b)
„des äußern Umfangs und seinen drey Winkeln (α, β, γ)
„nach Gefallen annehmen, weil keines das andere bestimmt.„

„Nr. 51. Also gibt es unzählige Fälle, wo (49)
„nicht statt findet, also der innere Umfang dem äussern
„nicht ähnlich ist.„

„Nr. 52. Ist aber $a = b$; $\alpha = \beta = \gamma$; so trifft
„(49) alle Mahl zu: oder, innerer und äusserer Umfang
„sind bey regulären Figuren ähnlich.„

**„Einem gegebenen äussern Umfang sey
„der innere alle Mahl ähnlich.„**

„Nr. 53. ABC (fig. 53) sey ein Theil des äussern
„Umfangs.„

„Aus einem willkührlichen Puncte K ziehe man KA,
„KB, KC.„

„Man nehme einen willkührlichen Punct M, und
„ziehe mit AB, BC die Linien MN, NO parallel.„

„So ist MNO ein Theil des innern Umfangs dem
„Theile ABC des äussern ähnlich.„

„Und

„Und wenn man so aus K nach allen Winkelpuncten „des äussern Umfangs gerade Linien zieht, und seinen „Seiten Parallelen, so bekäme man den innern Umfang „dem äussern ähnlich.„

„Nr. 54. Der Linien MN, NO, Abstände von „AB, BC, sind NB. Sin NBA; NB. Sin NBC.„

„Nr. 55. Sollten diese Abstände gleich seyn, so ist „ABN = CBN, weil ABC keine gerade Linie ist.„

„Also muß für diese Voraussetzung der Winkel „ABC von KB halbirt werden.„

„Nr. 56. Liegen also um einen Punct K ähnliche „Figuren, so daß K in beiden ähnliche Lage hat, folg„lich ähnlich liegende Seiten der Figuren einander pa„rallel sind, so behalten die Seiten des innern Umfangs „nur alsdann immer gleiche Weite von den Seiten des „äussern, wenn jeder Winkel durch die Linie aus K an „seine Spitze halbirt wird.„

„Nr. 57. Das geschieht, wenn die Figuren regu„lär sind und K beider Mittelpunct ist.„

„Nr. 58. Findet das nicht statt, so kann man „doch alle Mahl in (53) sagen, der innere Umfang sey „dem äussern **parallel** nur nicht **in ungeänderter** „**Weite.**„

„Nr. 59. In (51) ist der innere Umfang dem „äussern in ungeänderter Weite parallel, aber nicht „**ähnlich.**„

„Nr. 60. **Parallele** seyn läßt sich also von bei„derley Umfängen 52 und 53 Fig. sagen. **Ungeänderte** „**Weite** der 52 Fig. und **Aehnlichkeit** der 53 Fig. „treffen bey regulären Figuren zusammen.„

„Anwendung auf krumme Linien.„

„Nr. 61. Ein Paar krumme Linien können also „auch in beiderley Bedeutungen parallel heißen. Die „Seiten AB, BC, würden unendlich klein.„

„Nr. 62.

„Nr. 62. Für ungeänderte Weite haben zusam-
„men gehörige Puncte der parallelen krummen Linien
„eine Normallinie, und das Stück der Normallinie zwi-
„schen beiden ist immer einerley. Die krummen paral-
„lelen Linien sind überhaupt nicht ähnlich; da der Kreis
„unter krummen Linien die einzige reguläre ist, so wer-
„den sie ähnlich, wenn beides concentrische Kreise sind.„

„Nr. 63. Aehnliche krumme Linien um einen ge-
„meinschaftlichen Punct, der für beide ähnliche Lage hat,
„selbst in ähnliche Lage gebracht, sind in der Bedeutung
„parallel, daß ihre Tangenten an ähnlich liegenden
„Puncten gezogen parallel sind, aber nicht in ungeän-
„derter Weite. Ungeänderte Weite findet wiederum
„statt, wenn es reguläre krumme Linien concentrische
„Kreise sind.„

„Nr. 64. Man beschreibe um einen Mittelpunct
„ähnliche Ellipsen, deren große halbe Achsen auf einer
„geraden Linie liegen. Der größern Ellipse halbe Achsen
„seyen a, c, der kleineren a^*; $c^* = \frac{c.\,a^*}{a}$.„

„So ist der Abstand der kleinen Ellipse von der
„großen Achse $= a - a^*$; auf der kleinern $c - c^*$
„$= \frac{c}{a}(a - a^*)$; (kleiner als $a - a^*$).„

„Verwandeln sich die Ellipsen in Kreise, so sind
„beide Abstände gleich.„

„Nr. 65. Weil alle Parabeln ähnlich sind, so sind
„in der zweyten Bedeutung Parabeln parallel, deren
„Achsen auf einer und derselben geraden Linie liegen,
„und die nach einer Seite zu hohl sind.„

„Auch sagt man in der Bedeutung die äussere
„Parabel sey der innern Asymptote, weil jede, je weiter
„sie fortgeht der parallelen Lage mit der Achse sich immer
„mehr nähert.„

Nr. 66. Aus diesem Vortrage des Hrn. Hofr. **Kästner's** (der mir wahrhaftes Vergnügen und Unterricht verschafft, und wofür ich demselben meine herzlichste Dankbarkeit bekenne) ergeben sich vier Methoden zu einer gegebenen krummen Linie die Parallele zu ziehen.

Erstlich (Nr. 1 bis 5) vermittelst einer Gleichung zwischen rechtwinkligen Coordinaten.

Zweytens (Nr. 9) vermittelst der Evolute.

Drittens (Nr. 13) durch Umwälzung des Kreises; und endlich

Viertens (Nr. 39. 40) vermittelst der Subnormallinie.

Die Erläuterungen (Nr. 42 bis 65) dienen in Fällen, wo mehrere Stücken gerader Parallelen zusammen gefügt werden müssen, und sind vortrefflich, die Begriffe von Parallelität zu entwickeln und fest zu setzen; ich habe denselben nichts beyzufügen als den Wunsch, daß der Herr Hofrath sich entschließen möchte, über diese Materie ein Mahl eine systematische Abhandlung zu schreiben. Denn es ist doch nicht zu leugnen, daß die Begriffe über **parallel Seyn** noch etwas mehr Licht bedürfen. Jedermann wird z. B. den innern und äussern Umfang (fig. 52) für parallel halten, obgleich AA*, BB*, CC* größer als der normale Abstand MN ist; und das scheint doch mit den Begriffen von Parallelität nicht ganz zu bestehen, es sey denn, daß AB, BC u. s. w. unendlich klein genommen werden, wie in Nr. 61.

Nr. 67. Die zweyte und dritte Methode scheinen nur im kleinen brauchbar zu seyn. Wann die zur Abwicklung nöthige Kette etwa nur ein Paar 100 Fuß lang, oder der Radius des zu wälzenden Kreises nur etwa 10 Fuß und darunter zu seyn braucht, und man denselben aus Bretern construiren kann, so sind, däucht mir, diese Methoden insonderheit die letztere sehr ingeniös und leicht.

Es

Es ist aber bey der Evolutions-Methode zu bemerken, daß die Evolute wirklich in Natura z. B. von einem bretternen Bogen oder auf andere Weise ganz ausgeführt seyn muß. Wollte man sich mit einigen von einander abstehenden Puncten derselben begnügen, so würde durch die Abwicklung eine Curve erzeugt, die aus so vielen verschiedenen Kreisbögen, als Puncte der Evolute bestimmt worden, zusammen gesetzt wäre. Eben so setzt die Methode mit der Umwälzung einer Scheibe die gegebene Linie in Natura voraus. Und wenn die Scheibe innerhalb der Linie sich bewegen soll, so ist auch ihr Halbmesser, wie man leicht sieht, nicht einmahl willkührlich, sondern es wird erfordert, daß derselbe nicht größer als der kleinste Krümmungs-Halbmesser der gegebenen Curve sey. In der Hydraulischen Architectur ist aber die gegebene Linie selten in Natura vorhanden, sondern man versteht unter dem Worte **gegeben** nichts weiter als daß ihre Gleichung bekannt oder die beständigen Größen darin determinirt seyen. Der Herr Hofrath trägt daher mit Recht Bedenken (Nr. 15) diese beiden Methoden für anwendbar zu erklären; ich vermuthe inzwischen, daß sie in der Civilbaukunst und Gärtnerey (wenn man aus dieser letztern nicht etwa alle Regelmäßigkeit verbannen und einer wilden Phantasie oder dem zwecklosen Zufall folgen will) häufig brauchbar seyn könnten.

Nr. 68. Die erste Methode aber ist diejenige, welche nicht nur dem Verfahren bey allen algebraischen Curven analog, sondern auch die allgemein anwendbarste ist, man mag nun die Curven im Felde abstecken, oder auf dem Papier verzeichnen, oder mathematische Untersuchungen über ihre Eigenschaften anstellen wollen. Da der Herr Hofrath die Parallele **innerhalb** der gegebenen Linie angenommen, so will ich zuvörderst um der Vollständigkeit willen die Gleichungen (Nr. 5) für p und q noch für den Fall abändern, wenn die Parallele **um** oder **ausserhalb** der gegebenen soll beschrieben werden.

Es

Es sey also (fig. 54) $AM = s$ die gegebene, und für dieselbe $AP = x$; $PM = y$; MO die Normale. H sey in der verlangten Parallele und in der Normale; und auf $Ai = p$ sey $Hi = q$ perpendiculär.

$$AOM = HMN = \alpha.$$

So ist $p = x - h. \operatorname{Cos} \alpha.$

$$q = y \mp h \operatorname{Sin} \alpha.$$

$\operatorname{Cos} \alpha = \frac{dy}{ds}$; $\operatorname{Sin} \alpha = \frac{dx}{ds}$. Ferner sey $dy = u dx$; so hat man $ds = \sqrt{(dxdx \mp uudxdx)} = dx \sqrt{(1 \mp uu)}$; und (I) $p = x - \frac{h dy}{dx \sqrt{(1 \mp uu)}}$

$= x - \frac{hu}{\sqrt{(1 \mp uu)}}$ (II) $q = y \mp \frac{h}{\sqrt{(1 \mp uu)}}$.

Man vergleiche diese Werthe für p und q mit denen sub Nr. 5; so sieht man, daß nur eine bloße Umkehrung der Zeichen $\mp$ und $-$ nöthig ist, um aus jenen diese zu erhalten, welche daher rührt, daß der Herr Hofrath für h und q die entgegengesetzten Lagen von den hier angenommnen zum Grunde gelegt hat.

Nr. 69. Was nun eigentlich noch zu suchen ist, ist eine Gleichung zwischen p und q; und die erhält man so, daß aus der gegebenen Gleichung **zuerst** u bestimmt und dessen Werth in den Ausdrücken (I. II) für p und q gesetzt werden, so kommt in diesen außer x und y nichts als bekannte Größen vor. **Zweytens** bringe man in der gegebenen Gleichung zwischen x und y eine von diesen Größen z. B. y auf eine Seite, so besteht dessen gegenüber stehender Werth auffer x in lauter bekannten Größen. Und diesen Werth setze man statt y in die Gleichung II; so sind nun in denselben auffer x keine unbekannte Grössen mehr vorhanden. **Drittens** schaffe man in einer dieser beiden Gleichungen (z. B. in 1) x auf die eine Seite und setze seinen Werth, der auffer p in lauter bekannten Größen bestehen wird; in

die

die Gleichung II; so hat man eine Gleichung zwischen p und q. Diese drey Regeln enthalten die ganze Operation.

Der Herr Hofrath hat dieß Verfahren mit Beyspielen zwar hinlänglich erläutert; doch ich will noch folgendes Exempel beyfügen; welches die angeführten Regeln sehr gut erläutert.

Exempel.

Es sey die gegebene Gleichung folgende:

(A) $yy = 2ax - xx$.

folglich $ydy = adx - xdx$.

so ist zum Ersten $\frac{dy}{dx} = \frac{a - x}{y} = u$. Diesen Ausdruck für u gesetzt hat man (Nr. 68)

$$p = x - \frac{h(a - x)}{y\sqrt{\left(1 \mp \frac{(a-x)^2}{yy}\right)}} = x - \frac{h(a - x)}{\sqrt{[yy \mp (a - x)^2]}}.$$

$$q = y \mp \frac{hy}{\sqrt{[yy \mp (a - x)^2]}}.$$

Zweytens aus (A) $y = \sqrt{(2ax - xx)}$ diesen Werth für y in den letzten Ausdrücken für p und q gesetzt, gibt

$$p = x - \frac{h(a - x)}{\sqrt{[2ax - xx \mp (a - x)^2]}}.$$

$$q = \sqrt{(2ax - xx)} \mp \frac{h\sqrt{(2ax - xx)}}{\sqrt{[2ax - xx \mp (a - x)^2]}}$$

und weil $(a - x)^2 = aa - 2ax \mp xx$; so ist $\sqrt{[2ax - 2xx \mp (a - x)^2]} = \sqrt{aa} = a$.

Also ist $p = x - \frac{h(a - x)}{a} = x - h \mp \frac{hx}{a}$.

$$q = \sqrt{(2ax - xx)} \mp \frac{h\sqrt{(2ax - xx)}}{a}$$

$$= \left(1 \mp \frac{h}{a}\right).\sqrt{(2ax - xx)}.$$

Um

Um nun zum Dritten x wegzuschaffen, so haben wir

$p \mp h = x \mp \frac{hx}{a} = \left(1 \mp \frac{h}{a}\right) x$. Also $x = \frac{a(p \mp h)}{(a \mp h)}$. Dieser Ausdruck werde in den Werth von q gesetzt, so hat man (B) $q = \frac{a \mp h}{a} \cdot \sqrt{\frac{2aa(p \mp h)}{a \mp h} - \frac{aa(p \mp h)^2}{(a \mp h)^2}} = \pm \sqrt{[2(p \mp h).(a \mp h) - (p \mp h)^2]}$. als die gesuchte Gleichung zwischen p und q.

Nr. 70. Wenn man nun in den beiden Gleichungen A und B, nähmlich

$y = \pm \sqrt{(2ax - xx)}$

$q = \pm \sqrt{[2(a \mp h).(p \mp h) - (p \mp h)^2]}$

für p und x beliebige Werthe setzt, so erhält man die zugehörigen q und y. Der positive Werth gehört über, der negative unter die Achse AO, welche beide Curven, die im gegenwärtigen Exempel Zirkelbogen seyn werden, halbirt. Ein großer Vortheil in der Ausübung dieser Methode ist, daß von A gegen O beide Curven auf Ein Mahl abgesteckt werden können, indem für x und p einerley Werth gesetzt wird. Dieser Werth sey z. B. $= Ai$; so erhält man $y = ig$; $q = iH$, beide fallen in dieselbe Ordinate iH. Zu dem Theil der Parallele, der rückwärts von A liegt, müssen aber die Werthe von p verneinend gesetzt werden. Für $p = o$ ist $q = AK = \sqrt{(2ah \mp hh)}$ und für $p = -h$ ist $q = o$.

Nr. 71. Die ersten beiden Regeln (Nr. 69) sind gewöhnlich ziemlich leicht; aber die dritte x wegzuschaffen ist bey den Kegelschnitten, wovon hier hauptsächlich die Rede ist, sehr mühsam. Für die Parabel haben wir z. B. aus Nr. 18

$$p = x \mp \frac{hb}{\sqrt{(4bx \mp bb)}}.$$

$$q = -\sqrt{bx} \mp \frac{2h\sqrt{bx}}{\sqrt{(4bx \mp bb)}}$$

Um nun x in der ersten auf eine Seite zu bringen, setze ich $(p - x)^2 = \frac{hh.\,bb}{4bx \dagger bb}(p - x)^2$ $(4bx \dagger bb) = hhbb$. Das gibt nach verrichteter Multiplication $4bx^3 - (8bp - bb)\,xx \dagger (4bpp - 2bbp)\,x \dagger bbpp = hhbb$. oder $x^3 - (2p - \frac{1}{4}b)\,xx \dagger (pp - \frac{1}{2}bp)\,x \dagger \frac{1}{4}b\,(pp - hh) = o$. Aus dieser cubischen Gleichung müßte x gesucht und in den Ausdruck für q gesetzt werden, so hätte man die Gleichung zwischen p und q. Das wäre nun nicht sehr beschwerlich, wenn man auf jeden Fall die Coefficienten in Zahlen verwandeln könnte; da dieß aber wegen des unbekannten p nicht angenommen werden darf, so übernehme ich nicht die Mühe x zu bestimmen, sondern halte dafür, daß das Verfahren des Hrn. Hofraths (Nr. 36) vorzuziehen sey. Nähmlich da in den zusammen gehörigen Werthen von p und q keine andere Größen als x, b und h vorkommen; b und h aber allezeit gegeben oder vorgeschrieben sind; so darf man nur für x willkührliche Werthe z. B. 1; 5; 10; 15 ꝛc. Zolle, Fuß, Ellen ꝛc. annehmen, um die damit zusammen gehörigen p und q zu finden.

Nr. 72. Weil bey der innern Parallele unter gewissen Umständen (Nr. 22 – 35) für q mehrere Werthe möglich sind, so ist wohl zu überlegen, daß man die zweckmäßigen wähle. Wenn z. B. h größer als b ist, so bekommt die Parallele die Gestalt $\varrho\sigma\varkappa\lambda\tau$ (fig. 8) nähmlich einen Durchschnitt σ, und zwey Spitzen λ und $\varkappa$. Alsdann ist $\varrho\varkappa$ die Parallele zu rq; $\lambda\varkappa$ und $\lambda\sigma\tau$ sind parallel mit den Bogenstücken der Parabel ql und lt. Sollte nun die Parallele nicht weiter als zu dem Stücke des Bogens rq geführt werden, so sind auch Werthe von q brauchbar die dießseits dem Durchschnitt scheitelwärts gehören; soll aber die Parallele innerhalb der ganzen Parabel herum geführt werden, so ist klar,

klar, daß nur diejenigen Werthe von p und q gebraucht werden können, die sich ergeben, wenn p größer als $\lambda\sigma$ oder als die Entfernung des Durchschnittspunctes von der Scheitel ist. Also ist die Parallele in diesem Falle $\varrho\sigma\tau$ und der Abstand scheitelwärts ist größer als h. Wenn aber h kleiner als $\frac{1}{2}$ b ist, so ergeben sich immer nur zwey Werthe von q zu jedem p, die beide gleich, aber entgegengesetzt sind, und wovon der eine unter, der andere über die Abscissenlinie gehört. Für die innere Parallele hat p nur Einen Werth, nähmlich das Wurzelzeichen im Nenner des zweyten Theils muß alle Mahl positiv verstanden werden. Setzt man es aber minus, so ist das eben so viel als wenn — h gesetzt wird, und der Ausdruck gehört dann für die äussere Parallele. Damit ich es kurz sage, die Ausdrücke für p und q (Nr. 5) sind ganz allgemein, und gehören so wohl für die innere als äussere Parallele. Auch ist es gleichgültig ob q dabey positiv oder negativ gesetzt wird, weil beide Werthe einander gleich sind. Nur von der einzigen Größe h hängt der Unterschied für die innere und äussere Parallele eigentlich ab. Wollte man nun h für die eine Parallele als eine positive und die andere als negative Zahl in Rechnung bringen, so wäre nur Ein Ausdruck für beide Parallelen nöthig. Es möchte aber in der Ausübung wohl am bequemsten seyn, h alle Mahl als eine positive Zahl anzusehen. Und in diesem Fall ist für der Parabel **äussere** Parallele

$$p = x - \frac{hb}{\sqrt{(4bx \mp bb)}}$$

$$q = \pm\sqrt{bx} \pm \frac{2h\sqrt{bx}}{\sqrt{(4bx \mp bb)}}$$

und für ihre **innere**

$$'p = x \mp \frac{hb}{\sqrt{(4bx \mp bb)}}$$

$$'q = \pm\sqrt{bx} \mp \frac{2h\sqrt{bx}}{\sqrt{(4bx \mp bb)}}.$$

Nr. 73. Für die Ellipse hat man

$$yy = \frac{2bb}{a} x - \frac{bb}{aa} xx.$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{bb(a-x)}{aay} = u$$

Also für deren äussere Parallele

$$p = x - \frac{hbb(a-x)}{\sqrt{[a^4 . yy + b^4 (a-x)^2]}}.$$

$$q = \pm y \pm \frac{haay}{\sqrt{[a^4 . yy + b^4 (a-x)^2]}}.$$ Wo denn statt $y = \pm \sqrt{\left(\frac{2bb}{a} x - \frac{bbxx}{aa}\right)}$ gesetzt werden kann, um alles mit x auszudrücken. Für die innere Parallele werden nur im zweyten Theil der Werthe von p und q, worin h vorkommt, die Zeichen — und + umgewechselt.

Für die Hyperbel erhält man aus der Gleichung, $yy = \frac{2bb}{a} x + \frac{bbxx}{aa}$, für p und q die nähmlichen Werthe wie bey der Ellipse, nur daß statt (a — x) alsdann a + x muß gesetzt werden.

Nr. 74. In allen Fällen haben die beiden Theile, aus welchen der Werth von q besteht, für die äussere Parallele alle Mahl einerley Zeichen, für die innere aber entgegengesetzte. Daher wächst q in jenem Fall continuirlich mit x, in diesem aber kann es nach Verschiedenheit der Größen h und b entweder continuirlich wachsen oder auch anfänglich abnehmen, verschwinden, und dann im entgegengesetzten Zustande continuirlich mit x zunehmen. Die innere Parallele kann daher Durchschnitte, Knoten oder Spitzen bekommen, die äussere nie. Das könnte auf die Vermuthung führen, es werde die Gleichung zwischen p und q für die äussere Parallele nicht von so hohem Grade als für die innere seyn, und daher

bey einer x vielleicht bequemer als in (Nr. 71) können weggeschafft werden; ich habe das versucht, komme aber genau auf dieselbe cubische Gleichung. Weil aus einer Gleichung die zwey gleiche entgegengesetzte Wurzeln hat, diese Wurzeln alsdann etwas leichter können bestimmt werden; dieser Fall nun bey y zutrifft: so könnte man es noch vielleicht rathsamer erachten, alles durch y ausdrücken zu wollen. Aber es ist zu merken, daß man dann auf eine Gleichung von doppelt so hohem Grade, nähmlich von der sechsten Dignität, kommt; wodurch der Vortheil wegen zwey gleicher entgegengesetzten Wurzeln wieder verschwindet.

Nr. 75. Im Ganzen genommen ist nun allerdings die Gleichung zwischen rechtwinkligen Coordinaten die einzige, die in allen Fällen brauchbar ist, und die man daher sich bekannt machen, und zu vollkommen suchen muß. In einzlen Fällen aber, und insonderheit bey Absteckung der Deichslinie, wenn dieselbe aus Kegelschnitten besteht, finde ich die vierte von dem Hrn. Hofrath angegebene Methode (Nr. 39. 40) in der Ausübung bequemer. Wenn nähmlich x und y aus der Gleichung für die Parallele nicht weggeschafft sind, so fällt der für die Ausübung bemerkte Vortheil (Nr. 70) weg; und dann ist es leichter vermittelst der Subnormallinie die Richtung der Normale zu bestimmen und auf dieser h zu nehmen. Weil diese Methode von dem Hrn. Hofrath nur gleichsam beyläufig berührt ist, so glaube ich sie etwas vollständiger vortragen zu müssen.

Nr. 76. Es sey also Mr (fig. 8) eine Tangente der Curve für den Punct r, der allen drey Curven gemeinschaftlich ist; und es sey rQ senkrecht auf Mr, so heißt rQ die **Normallinie.** Soll nun eine andere Linie mit der Curve in r parallel und davon um einen gewissen beständigen Abstand entfernt seyn, so ist klar, daß dieser Abstand alle Mahl in der Normallinie zu messen ist, und zwar in deren Verlängerung, wenn die

parallele Curve ausserhalb, oder in deren Abkürzung wenn dieselbe innerhalb soll genommen werden. Wenn wir also für jeden Punct r einer jeden der drey Curven, die Richtung der Normallinie kennen, so können wir in dieser Richtung alle Mahl den zugehörigen Punct der Parallele innerhalb oder ausserhalb durch wirkliche Messung bestimmen. Die Richtung der Normallinie wird nun durch zwey Puncte r und Q bestimmt, wovon der erstere der Endpunct der Ordinate pr, folglich alle Mahl gegeben ist; der Ort des andern Puncts Q hängt von der Größe der Linie pQ ab, welche zwischen dem Endpuncte der Abscisse und dem Durchschnittspunct der Normallinie enthalten ist, und die **Subnormallinie** genannt wird. Diese Subnormallinie muß demnach zu jeder angenommenen Abscisse für jede Curve berechnet werden. Es sey PM parallel mit pr, und rR parallel mit PM, so ist der Triangel rmR ähnlich dem Triangel Mrp, und beide sind ähnlich dem Triangel prQ; oder es ist der Winkel Rrm = prQ. Es ist aber pQ = pr. tang prQ = y tang Rrm. Und wenn wir uns vorstellen, daß die Linien rR und mR über alle Grenzen abnehmen, so ist $\frac{mR}{rR} = \frac{dy}{dx}$ = tang Rrm; also ist $pQ = y\frac{dy}{dx}$ welcher Ausdruck allgemein für jede Curve gilt.

Für die Parabel, deren Parameter = p, ist die Gleichung bey rechtwinkligen Ordinaten auf der Zwerchachse

$px = yy$. folglich

$pdx = 2ydy$. also

$\frac{1}{2}p = y\frac{dy}{dx}$ als die Subnormallinie, die also bey dieser Curve eine beständige Größe und dem halben Parameter gleich ist.

Für die Ellipse, wenn die Abscissen von der Scheitel an gerechnet werden

$yy = px - \frac{pxx}{2a}$ oder

$2ydy = pdx - \frac{pxdx}{a}$ folglich die Subnormallinie $y\frac{dy}{dx} = \frac{1}{2}p - \frac{px}{2a}$. In diesem Ausdruck ist $\frac{p}{2a}$ ein beständiger Factor, der nur mit dem für x jedes Mahl angenommnen Werthe multiplicirt, und das Product von dem halben Parameter subtrahirt werden darf, um die Größe der Subnormallinie daraus zu erhalten.

Endlich ist für die Hyperbel

$yy = px + \frac{pxx}{2a}$; und

$\frac{ydy}{dx} = \frac{1}{2}p + \frac{px}{2a}$ gerade wie bey der Ellipse, nur daß hier das Product zum halben Parameter addirt was dort subtrahirt wird. Demnach kann man den von x und y angenommen und berechneten Werthen, die Werthe der Subnormallinie leicht beyfügen, und hiernächst auf dem Felde in den Endpuncten der Ordinate und der Subnormallinie, r und Q alle Mahl zwey Stäbe setzen, welche die Richtung bestimmen, in welcher der Abstand der Parallele zur einen oder andern Seite von r gemessen und die Absteckung beider Curven zugleich bewerkstelliget werden.

Zus. 1. Es könnte scheinen, daß diese Methode, ob sie gleich theoretisch leicht ist, desto beschwerlicher in der Ausführung sey, weil dazu erforderlich ist, daß alle Mahl die Subnormallinie bey jeder Ordinate gemessen wird. Es ist aber zu bemerken, daß die Subnormallinie alle Mahl auf der Abscissenlinie genommen wird; und weil diese überdem von 5 zu 5 oder von 10 zu 10 oder von 15 zu 15 Fuß (nachdem die Curve sich viel oder

wenig krümmt) nach Bestimmung der Abscissen gemessen und mit Piquets abgetheilt ist (welches vorher geschieht ehe die Absteckung der Ordinaten vorgenommen wird); so ist klar, daß die Messungen nicht wiederhohlet, sondern nur die Piquets oder Stäbe gezählt und hiernächst, wenn die Grenze der Subnormallinie nicht genau auf einen Stab fällt, einige Fuß dürfen hinzugefügt werden. Diese geringe Mühe läßt sich Niemand verdrießen, der zu seiner Function Lust hat. Die Subnormallinie wird auch in Vergleichung der übrigen Linien nie sehr groß. Bey der einzigen Hyperbel wächst sie beständig mit der Abscisse. Bey der Ellipse nimmt sie im ersten Quadranten ab, wird im Mittelpunct = o, und im zweyten Quadranten erhält man wieder die vorigen Werthe, aber negativ. Welches alles, wenn man wirklich Hand anlegt, die Arbeit erleichtert und angenehm macht.

Zus. 2. Es ist zu merken, daß nicht nur bey Deichen, sondern auch bey verschiedenen Revetemens der Ufer, bey Canälen, Chaussees ꝛc. die Methode mit den Normallinien vortheilhaft seyn kann. Wo aber der Zugang von der Parallele zu der gegebenen Linie unterbrochen ist, wie z. B. wenn das eine Ufer oder auch der Deich auf der einen Seite des Stroms nach einer gewissen Curve regulirt worden, und nun das andere neben überstehende damit parallel geführt werden soll; da ist sie nicht anwendbar. In solchen Fällen muß man sich nothwendig der Methode nach rechtwinkligen Coordinaten bedienen, in welcher man die Abscissenlinie nach den Umständen um eine gegebene Distanz verrücken, und alles besser nach dem Locale einrichten kann, damit die zu messenden Linien weder zu lang, noch auch über Ströme und Gräben, Deiche und Wohnungen sich erstrecken.

Schließlich bemerke ich noch, daß ausser dem ökonomischen Vortheil, den die Curven zur Abkürzung der Deichslinie gewähren, hauptsächlich auf die Bewegung der

der Wellen längs Seedeichen und des Stroms längs Flußdeichen bey ihnen Rücksicht zu nehmen ist. Da nun die Wellen eine ziemlich starke Krümmung, wenn sie nur allmählich geschieht, annehmen können; der Strom aber nie eine concave Krümmung, deren Halbmesser kleiner als die Breite des Stroms ist, annehmen kann, so können die Curven zu Seedeichen nach Umständen ziemlich klein, zu Flußdeichen müssen sie aber insonderheit die eintretenden Deichskrümmen, die stromwärts concav sind, alle Mahl dem Gang des Stroms angemessen, und ihr kleinster Krümmungs-Halbmesser wenigstens der Strombreite gleich seyn.

* * *

§. 25.

Von der Figur des Querschnitts (profil).

Nachdem die beste Lage des Deichs genugsam erörtert worden, so kommen wir nun zu den Betrachtungen über das beste Profil. Es werden aber hiebey ungleich mehr Schwierigkeiten angetroffen, aus zweyerley Ursachen. Erstlich ist bey der Lage des Deichs nicht das Material, woraus er aufgeführt wird, in Betracht genommen, weil es mir schien, daß die beste Lage immer die beste sey, der Deich möge von Erde, oder Mauerwerk oder von was immer für einem Material construirt seyn. Zweytens sind die Kräfte, welchen der Deich Widerstand leisten soll, nicht weiter in Betracht gezogen, als es zur besten Lage höchst nothwendig war, daß nähmlich die Continuität der Deichslinie erhalten würde, welche zur Unterhaltung der gleichförmigen Bewegung des Wassers und Eises und zur Verhütung der Anstöße und Stockungen durchaus nothwendig ist. Da aber dieß allein nicht zureichend ist, alle Situationen von einerley Güte zu machen, so ist die fernere Egalisirung durchs Profil zu ersetzen übrig geblieben (§. 13). Obwohl demnach die Untersuchungen über

das beste Profil verwickelter und schwerer seyn werden als über die beste Situation, so gereicht es doch zur Ermunterung, daß etwanige Fehler in der Construction des Profils allezeit füglich verbessert werden können; hingegen eine schlechte Lage bleibt ewig schlecht, und kann nicht ohne gänzliche Umlegung des Deichs corrigirt werden. Aus dieser Ursache scheinen die Vorschriften und Lehren über die Situation des Deichs allezeit mehrern Fleiß, Behutsamkeit und ungezweifeltere Evidenz zu erfordern, als die Untersuchung des Profils. Dieß sage ich jedoch nicht, als ob ich den Vorsatz gefaßt hätte, nicht alles zu thun was in meinem geringen Vermögen ist, um in dieser Untersuchung die Wahrheit zur wohlthätigen Geleiterinn zu behalten; sondern weil ich über unvermeidliche Unvollkommenheiten und Zweifel gern Entschuldigung bey denjenigen finden möchte, die es einsehen werden, daß in dieser Materie nicht alles nach der geometrischen Methode sich bestimmen lasse, indem nicht nur die Quantitäten der Dinge hier in Betracht kommen.

§. 26.

Die beste Gestalt des Profils will ich nicht eben darin setzen, daß es mit der wenigsten Quantität Erde, den größtmöglichsten Widerstand leiste; sondern darin, daß es in allen seinen Theilen eine gleichförmige proportionirte Stärke habe; auch möglichst wohlfeil in der Ausführung und Unterhaltung sey. Es scheint mir zwar ganz einerley zu seyn, eine gleich vertheilte Stärke, oder das Minimum des Materials voraus zu setzen; aber aus diesem letztern Princip die wirkliche Gestalt herzuleiten, erfordert ohne Zweifel allgemeinere und verwickeltere Untersuchungen als aus jenem, bey welchem das Profil theilweise mit den Kräften, die es zu zerstören trachten, kann verglichen werden. Wir müssen also von einem Deiche mit dem besten Profile nicht sagen können, er sey an der einen oder andern Seite zu flach oder zu steil; oder

im

im Kamm zu breit oder zu schmal, sondern alle Theile müssen sich zu einander schicken. Auch muß jeder einzelne Theil wiederum gleichförmig stark, und der Deich unten nicht schwächer oder stärker als oben oder in der Mitte seyn, wohl zu verstehen in Verhältniß derjenigen Kräfte, die ihn an dieser oder jener Stelle zu zerstören trachten.

§. 27.

Es können Menschen, Thiere und Unkräuter die Deiche ruiniren; aber dergleichen unbestimmbare Beschädigungen, die in der übeln Deichswirthschaft ihren Grund haben, sind guten und schlechten Deichen gemein, und können durch das Profil nicht vorgebeugt werden. Es ist zwar allerdings wahr, daß es den Deichen vortheilhaft ist, wenn sie jährlich durch Vieh abgeweidet werden, und daß hiezu die flachen Profile geschickter sind als die steilen; inzwischen kann man doch nicht das Mittel zum Zwecke, oder den Deich um der Weide willen erheblich kostbarer machen, vielmehr soll man die Weide nach dem Deiche einrichten, das ist, solches Vieh, und solche Jahrszeiten zur Grasung der Deiche wählen, als nützlich und zweckdienlich geachtet wird. (S. die Deichswirthschaft §. 35.) Ferner scheinen den Unkräutern die steilen, hingegen dem Maulwurf, welcher in der That ein sehr schädliches Thier für die Deiche ist, die flachen Profile günstiger zu seyn; aber es ist ohne Zweifel vernünftiger, die schädlichen Kräuter und Thiere durch eine mäßige Pflege und Aufmerksamkeit als durch die Gestalt des Profils abhalten zu wollen.

§. 28.

Es kommen demnach die leblosen Naturkräfte, die von dem menschlichen Fleisse unabhängig und gegen den Deich gerichtet sind, hier in Betrachtung. Und diese rühren theils von den am Deiche vorhandenen Wasserfluthen, theils von andern zufälligen Ereignissen als Wind,

Regen,

Regen, Frost und dergleichen her, denen sich die Schwere als die bewegende Hauptkraft zugesellt. Obwohl es eigentlich nur die Kräfte der Wasserfluthen sind, mit welchen der Deich zu kämpfen bestimmt ist, und welche auch deßhalb gemeiniglich allein nur in Erwägung gezogen werden, so wird es doch nicht undienlich seyn auch die letztgedachten weniger erheblichen aber anhaltenden Ursachen von der Hinfälligkeit der Deiche mit einem Paar Worte zu berühren. Vorläufig ist zu bemerken, daß die Erde, von der wir Deiche erbauen wollen, folgende Eigenschaften haben müsse, wenn sie zu dem beabsichtigten Zwecke geschickt seyn soll: 1) Sie muß schwer und zwar eigenthümlich schwerer als Wasser seyn; 2) sie muß nicht aus sehr groben Stücken, wie Kiesel und dergleichen, sondern aus feinen pulverisirten Theilchen bestehen; 3) die Theilchen der Erdmasse müssen Friction an einander haben, wenn sie sich bewegen; haben sie endlich 4) auch Cohäsion an einander, so ist die Masse vollends zum Deiche sehr geschickt. Daß zum Ersten die Erde schwerer als das Wasser seyn müsse ist sehr begreiflich, weil sonst die Erdtheilchen alle mit dem Wasser davon schwimmen könnten. Daß zum Zweyten der Deich nicht aus großen über einander gehäuften Stücken bestehen dürfe, ist nicht weniger sehr deutlich, indem ein solcher Deich gleich einem Sieb das Wasser durchlassen würde. Zum Dritten ist die Friction, wie bald näher gezeigt wird, die wahre Ursache von der Stabilität des Deichs, und ohne dieselbe und die Cohäsion wäre kein Deich möglich. Was die Cohäsion, Zähigkeit oder Klebrigkeit, betrifft, so scheint sie bloß den thonartigen und nicht dem Sande, den Kalk- und Staub-Erden eigen zu seyn. Da sie überdem durch Eindringen oder Erweichen vom Wasser, durch Frost oder andere Ursachen zuweilen zernichtet wird, und daher als keine wesentliche allgemeine Eigenschaft der Erde alle Mahl vorausgesetzt werden kann; so wird es am rathsamsten seyn, auch in folgenden Untersuchungen darauf nicht

zu rechnen, sondern die Erde als eine Masse schwerer feiner und rauher Theilchen anzusehen, deren etwanige Cohäsion und Elasticität, wenn dergleichen vorhanden, in keinen Betracht kommen. Wir können diese letztern beiden Eigenschaften um so eher zur Erleichterung unsrer Vorstellung absondern, weil im Fall sie wirklich vorhanden, sie alle Mahl zur Stärkung und nie zur Schwächung des Deichs gereichen. Denn es wird begreiflich ein Deich aus zusammenhängenden Theilchen nicht so leicht zerstöret werden als wenn eben diese Theilchen keine andere Connexion haben, ausser derjenigen, die sie durch den wechselseitigen Druck erhalten; und Erde, die sich zusammen drucken läßt, wie die Stauberde aus verfaulten Pflanzen und Thieren wahrscheinlich in einigem Grade thut, wird alle Mahl einem Deich mehrere Dichtigkeit geben, als wenn eben dieselben Theilchen in vollkommner Härte jedem Drucke widerstehen, folglich ihre Zwischenräume nicht ausfüllen. — Was endlich noch die Figur der einzelnen Erdtheilchen betrifft, so ist dieselbe so höchst mannigfaltig und unregelmäßig, daß man keinen deutlichen Begriff davon zu fassen im Stande ist. Der feinste Sand sieht durch ein Microscop wie allerley eckige Feldsteine und Kiesel aus, und man wird nicht ein einziges kugelförmiges oder ander regelmäßiges Körnchen darunter gewahr. Eben so ist es wahrscheinlich mit den Bestandtheilchen des Thons und anderer Erdarten beschaffen, deren Gestalten sich unsern Sinnen fast ganz entziehen. Wir können es also nicht unternehmen aus der Gestalt der Erdtheilchen etwas für die Gestalt des Deichsprofils, oder für die bequemste und sicherste Lage derselben Theilchen herleiten zu wollen, sondern müssen sie als unbestimmt oder unbekannt von der Untersuchung ausschließen. Solchem nach wird nichts als die Schwere, Feinheit und Rauhigkeit der irdischen Theilchen als der eigentliche Character der Deichserde voraus gesetzt.

§. 29.

§. 29.

Es sey demnach ABCD fig. 9 das Profil eines aufgeschütteten Erdhaufens, so fragt es sich zuerst, welche Gestalt dasselbe haben werde, wenn alle Erdtheilchen in der äussern Fläche oder hier in der äussersten Lage BCD die wir uns als eine simple Linie vorstellen wollen, fest liegen, und keines mehr von selbst herabfallen kann.

Daß CD keine senkrechte Wand seyn wird, läßt sich im Voraus begreiflich machen, indem dazu erforderlich wäre, daß die Schwerpuncte aller Theilchen senkrecht über einander lägen, welches aber wegen der Feinheit der Erdtheilchen, die voraus gesetzt worden, weder durch Kunst noch durch Zufall möglich seyn wird. Im Gegentheil wird auch die aufgeschüttete Erde nicht dermaßen aus einander laufen, daß alle Theilchen völlig horizontal neben einander sich legten, oder der ganze Haufen eine horizontale Pläne würde. Ausbreitung und Bewegung der Theilchen über einander wird ihre Rauhigkeit verhindern. Demnach wird der Vernunft wie der Erfahrung gemäß die Seitenwand eines jeden Erdhaufens oder Berges eine schräge gegen den Horizont geneigte Fläche seyn. Es sey TM eine Tangente dieser Fläche, so kann ein Theilchen, was in M ruht, so angesehen werden als ruhete es auf einer gegen den Horizont AT geneigten Ebene, deren Neigungswinkel $MTA = \alpha$ seyn mag. Das Gewicht des Theilchens sey $= p = VM$, daß VM den lothrechten Druck dieses Theilchens vorstellt; so können wir denselben in zwey andere Pressungen zerlegen, wovon die eine $= VN = p \operatorname{Cos} \alpha$, und die andere $= NM = p \operatorname{Sin} \alpha$ ist. Jene ist auf die Tangente senkrecht, diese mit ihr parallel. Dieser letzte Druck $p \operatorname{Sin} \alpha$ strebt also das Theilchen nach der Richtung der Tangente in Bewegung zu setzen, und es muß eine Kraft vorhanden seyn, die den wirklichen Fall desselben verhindert. Der senkrechte Druck $p \operatorname{Cos} \alpha$ ist dieser Bewegung im mindesten nicht entgegen. Aber er verursacht, daß das zu bewegende

Theil-

Theilchen an die Unterlage, wogegen es drückt, sich reibt, und durch seine Rauhigkeiten anhenket. Dieses Reiben ist alle Mahl der bewegenden Kraft gerade entgegengesetzt. Und wenn wir annehmen, daß die Friction bloß von dem Drucke abhänge, und sich zu demselben wie 1 : m verhalte, so ist $\frac{1}{m}$ p Col α eine Kraft deren Richtung mit der Tangente parallel aber der bewegenden Kraft gerade entgegen gesetzt ist. Wenn also das Theilchen wirklich in Ruhe bleiben soll, so muß $\frac{1}{m}$ p Col α = p Sin α seyn. Dafern also kein fremder oder äußerer Druck sich einmischt, sondern jedes Theilchen vermöge seiner eignen Schwere liegt oder fällt, so werden für einerley Erde m und α beständige Größen, und folglich CD eine gerade Linie seyn. Es können übrigens m und α durch keinen Calcul bestimmt, sondern müssen aus der Erfahrung gesucht werden.

Zus. 1. Daß diese Vorstellungsart der Natur der Sache angemessen ist, davon kann man sich im Kleinen durch Proben mit feinem Flugsande überzeugen. Derselbe, wenn er aufgehäuft wird, bildet eine schräge Fläche, auf welcher die obern Theilchen über die untern eben so herab sinken oder fest liegen, wie sie auf einer untergelegten festen ebenen Fläche von Holz thun. Den Neigungswinkel α habe ich fast alle Mahl zwischen 30 und 34 Grad gefunden. Setzt man daher Sin α = Sin 32° = 0,5299 so ist Col α = 0,848 und $m = \frac{0{,}848}{0{,}5299} =$ Cot α = 1,6... folglich wäre die Friction des feinen Sandes $= \frac{1}{m}\,p = \frac{1}{1{,}6}\,p = \frac{5}{8}\,p = p$ tang 32°. Für trockne feine Bau- oder Garten-Erde finde ich die Friction nahe genug $\frac{3}{4}$ p. Denn sie ruht auf einer Fläche von

von 36 bis 40 Grad geneigt und tang 37° ist ungefähr $= \frac{3}{4}$. Trockner pulverisirter Geestlehm, der ziemlich viele Sandtheilchen hat, ruht bey der Neigung von 35 bis 40 Gr. Für pulverisirte Thon- und Klay-Erde ist der Ruhewinkel 45 bis 50 Gr. Für feinen Steinkalk 55 bis 60 Grade. Wenn aber diese letztern Erdarten etwas gedruckt werden, so mischt sich die Cohäsion ein, und sie erhalten sich in kleinen Höhen fast perpendiculär.

Zus. 2. Herr **Silberschlag** in seiner Hydrotechnik §. 362 scheint dafür zu halten, daß der Sand unter einem Winkel von 45 Gr. fest liege, und daß dieß aus mechanischen Gründen so erfolge. Obwohl ich bey trocknem Sande nur 30 bis 35 Gr. gefunden, so will ich doch nicht widersprechen, daß es vielleicht so rauhen Sand geben möge, bey welchem die Friction dem Drucke vollkommen gleich wäre; aber die von dem Hrn. S. angegebene Erklärung ist fehlerhaft, welches ich um der Anfänger willen zu bemerken nicht unterlassen darf. Was Hr. S. den Trieb zur Ruhe nennt, ist der senkrechte Druck auf der geneigten Fläche, welcher aber der parallelen Bewegung im mindesten nicht widerstehen kann, als nur in so fern eine Friction daraus entsteht. Es ist auch wohl ein Rechnungs- oder Schreibfehler, wenn im §. 363 gesagt wird, es sey $ag : ac = r : f$ oder das absolute Gewicht zum Triebe zu fallen, wie Sin. tot. zum tang. des Neigungswinkels. Da würde ja dem Triebe zu fallen keine endliche Kraft widerstehen können, wenn der Neigungswinkel $= 90$ Gr. würde; ich vermuthe der Herr Consist. R. habe nach seinen Grundsätzen und Zeichnungen sagen wollen, es sey der Druck des Körpers auf eine horizontale Fläche zu demjenigen, der ihn längs einer geneigten Ebene herab zu senken treibt wie $ac : cg = r : f$ = Sin tot : Sin ang. incl. oder wie die Länge der geneigten Ebene zu ihrer Höhe, welches, wenn von der Friction abstrahirt wird, den Grundsätzen der Statik gemäß

ist.

ist. Für den Neigungswinkel = 90 Gr. ist dessen Sin dem Sin tot und der Trieb zum fallen dem ganzen Gewicht des Körpers gleich, wie es der Natur der Sache gemäß ist.

Zus. 3. Es folgt aus dem vorhergehenden, daß ohne Friction keine Deiche und Berge statt finden könnten, sondern die Erde aus einander laufen würde, wie Wasser. Daß vermöge der Friction die Theilchen auf der abhängenden Fläche nicht nur fest liegen, sondern auch alle gleich fest liegen, wofern sie alle von gleicher Schwere sind, und die Dossirungslinie gerade ist, wie sie bey gelindem Aufhäufen des Sandes befunden wird. Und diese Festigkeit wird für Sand ausgedrückt durch $\frac{5}{8}$ p Cos α — p Sin α = p ($\frac{5}{8}$ Cos α — Sin α) ist also für a = 32°, gleich Null, wächst wenn α abnimmt, und ist für α = o am größten, nähmlich $\frac{5}{8}$ p. Demnach muß die Kraft, welche erforderlich ist ein Sandkorn auf einem horizontalen Boden fortzuschieben größer als $\frac{5}{8}$ das Gewicht dieses Körnchens seyn. Eben das gilt auch von einem ganzen Haufen Sand, wenn anders die Friction bloß dem Druck und nicht etwa der reibenden Fläche proportional ist, welches letztere wir anzunehmen keinen Grund haben, außer in solchen Fällen, wenn der Druck zugleich mit der Fläche zunimmt. Weil $\frac{5}{8}$ eigentlich tang 32° ist und dieser Winkel nicht eben für alle Erdarten zutrifft, so können wir denselben Winkel = β setzen, und dann allgemein die Friction = p tang β ausdrücken, wo denn für eine einzige Erdart β ein beständiger Winkel nähmlich für Sand 32; für gewöhnliche Acker- oder Damm-Erde aber 37 Gr. gesetzt werden kann. Weil die Erdtheilchen auf Flächen unter diesen Winkeln oder noch schräger geneigt, ruhen; so wird durch Friction die Schwere zernichtet, keines kann nähmlich das andere längs der Fläche heraus drücken wollen, indem eines jeden ganze Schwere zur Ueberwindung seiner eignen Friction nöthig ist.

§. 30.

Obwohl nun die Wirkung der Schwere zum Theil durch die Friction gehoben wird, daß wenn gleich kein steiler, dennoch ein schräger Deich möglich ist; so ist doch noch ein anderer Effect dieser Kraft zu betrachten übrig, welcher in **Zusammendrückung** oder **Sinkung** und **Schwindung** der Deichserde besteht. Es muß daher untersucht werden, was für Einfluß dieses Sinken auf die Gestalt des Deiches haben könne. Man muß annehmen, daß der Deich überall egal bearbeitet, aufgefahren und fest getreten oder gestampft, also das Profil in allen Theilen gleichförmig dicht sey; so kann das Sinken aus dreyerley Ursachen herrühren: 1) die in der Erdmasse noch übrigen leeren Räume füllen sich allmählich aus; oder 2) die Erdtheilchen lassen sich durch den Druck allmählich comprimiren; oder endlich 3) der Grund gibt etwas nach. Es sey fig. 10 ABD ein auf dem horizontalen Boden AD errichteter Deich, welcher in einigen Monathen und Jahren nach seiner Construction aus F und B bis zu G und C allmählich zusammen sinken wird; so werden zum Ersten die Sinkungen FG und BC den in FH und BK vorhandenen leeren Zwischenräumen proportional, und diese wegen gleichförmiger Dichtigkeit den senkrechten Deichshöhen FH und BK selbst proportional seyn, folglich haben wir FH : BK = FG : BC. Wenn also AFB eine gerade Linie ist, so wird es auch AGC seyn, oder wegen der Sinkung aus der ersten Ursache wird die Art der Dossirungslinie nicht verändert. Die etwanige Compression eines jeden Theilchens H oder K wird zum Zweyten vermuthlich dem Drucke, folglich den senkrechten Höhen FH, BK proportional seyn, die Zahl der compressibeln Theilchen wird eben den Höhen proportional seyn, folglich wird die Summe der Sinkung mit den Quadraten der Höhe in Verhältniß stehen oder FG : BC = $(FH)^2 : (BK)^2$. Also wird durch die Sinkung oder Schwindung aus der zweyten Ursache eine Convexität

der

der Dossirungslinie AGC entstehen. Endlich wird zum Dritten der Druck auf die Grundlinie AIED, aus welcher Ursache der Grund auch immer ihm ausweichen mag, sich alle Mahl nach dem Gesetz der Stetigkeit dergestalt fortpflanzen, daß AIED eine concave Linie folglich $\frac{HI}{AH} > \frac{KE}{AK}$ wird. Wenn nun FG = HI und BC = KE oder der Deich in senkrechter Höhe so viel abnehmen als an senkrechter Tiefe gewinnen muß; so werden aus dieser Ursache die Dossirungslinien AGC und CD concav werden. Nach dem Umständen kann nun die eine oder andere Ursache ein Uebergewicht bekommen, und die Deichsgestalt vielleicht etwas verändern. Die Quantität dieser Veränderungen muß man aus der Erfahrung kennen lernen.

Zus. 1. Deiche die aus guter Erde mit Sturzkarren von Pferden und Ochsen bespannt aufgefahren sind, können kaum $\frac{1}{20}$ ihrer Höhe zusammen sinken. Mit Handkarren aufgeschoben, mit Tragbahren aufgetragen, oder mit dem Spaten lose aufgeworfen und gar nicht gestampft, kann die Erde wohl $\frac{1}{10}$ oder $\frac{1}{8}$ ihrer Höhe sinken. Die compressibeln Erdarten sind die vegetabilischen, morastigen und Torf-Erden, welche zu Deichen nicht viel gebraucht werden. Das allmähliche Sinken des Grundes kann nur bey feuchtem und erweichten Boden etwas beträchtlich seyn. Morastiger Grund kann gar keinen Deich tragen, sondern dieser versinket in demselben. Wenn demnach die Deichserde und der Boden gut und trocken ist, so ist keine erhebliche Veränderung der Gestalt von der Schwere zu erwarten.

Zus. 2. Die Fälle, wo die Schwere das Profil merklich verändern könnte, sind 1) diejenigen, wo das Profil ungleichförmige Dichtigkeit hat, oder wo Deiche verstärkt und reparirt werden. Wenn nähmlich zur einen oder andern Seite des alten Deichs neue Erde angebracht

wird, so bleibt das Profilstück alter Erde unverändert, und nur die neuangelegte ist dem Einfluß der Schwere unterworfen, worauf man also Rücksicht nehmen und die neue Erde tüchtig stampfen und schlagen, oder über das Profil etwas erheben muß; 2) wäre eine erhebliche Aenderung der Gestalt zu besorgen im Fall die Dossirungslinie nicht eine der Friction genugsam angemessene Schräge hätte. Dann würde die Erde nähmlich nicht bloß nach der Richtung der Schwere lothrecht, sondern auch nach der Richtung der Dossirungslinie schräge sinken, folglich der Deich abschüssig werden.

Zus. 3. Es würde unmöglich seyn, die Deichsdossirungen zu steil oder abschüssig zu machen, wenn die Erdtheilchen bloß durch Friction ihre Festigkeit erhielten; aber durch die Feuchtigkeit und den Druck der obern Theilchen auf die untern mischt sich bey den meisten Erdarten eine beträchtliche Cohäsion ein. Davon wird nun häufig profitirt und die Deiche werden zuweilen so steil gemacht als es die Cohäsion nur erlaubt; und der Erfolg davon ist, daß wenn die Cohäsion ein Mahl unterbrochen wird, welches nach einer starken Erweichung von Regen, oder nach einem harten Frost bey dem nächsten Thauwetter wohl zu geschehen pflegt, alsdann dergleichen Dossirung absinkt und der Deich oben von einander berstet. Es sey fig. 11 CD eine solche Dossirung und BD diejenige, welche der bloßen Friction ohne Cohäsion angemessen; so ist das Stück CDB anzusehen, als wenn es vermöge der Cohäsion auf der schrägen Fläche BD ruhet. Bekommt nun die Schwere das Uebergewicht über die Cohäsion, so muß sich das Triangelstück irgendwo vom Deiche trennen, und zwar wird die Trennung oder Berste da entstehen, wo das Uebergewicht am größten ist. Es sey C der Gipfel und c ein niedriger Punct der Dossirung, auch cb parallel mit CB, so ist die Cohäsion des ΔcbD zur Cohäsion des $\Delta CBD = (cb + bD) : (CB + BD)$; aber die Gewichte dieser Triangel verhalten

halten sich wie $(cb + bD)^2 : (CB + BD)^2 = (cb)^2 : (CB)^2$; folglich ist das Uebergewicht am grösten in CB, oder nahe am Kamm, woselbst sich der Deich demnach abspalten wird. Da also bey ähnlichen Abflächungen die Cohäsion den simplen Höhen, die absinkende Kraft aber dem Quadrate dieser Höhen proportional ist; so folgt noch, daß in Rücksicht auf die Cohäsion höhere Deiche eine flächere Dossirung haben müssen als die niedrigen, und daß einerley Dossirung oben am Kamm flacher als gegen den Fuß, also etwas convex oder über die gerade Linie erhaben seyn müsse, wenn auf die Cohäsion gerechnet würde, welches aber, wie gesagt, nicht rathsam ist.

§. 31.

Nächst dem Einfluß der Schwere kommen wir auf den Einfluß des Windes, Regens auf die beste Gestalt ꝛc. des Profils.

Der Deich darf oben sich nicht in eine scharfe Spitze endigen, sondern muß, wie bald näher gezeigt wird, der Filtration und Verkehrs wegen, oben eine gewisse Breite bekommen, welche sein **Kamm** genannt wird. Man sieht leicht ein, daß die Kammlinie BC fig. 9 entweder convex gekrümmt oder gerade und wenigstens nicht concav seyn müsse, weil in diesem letztern Fall Regenwasser auf dem Deich sich sammeln, eindringen, ihn erweichen und zum Widerstande ungeschickt machen würde. Wollten wir nun die Kammlinie gerade und auch die Dossirungslinie DC gerade nehmen, so würden sie im Durchschnittspunct C eine scharfe Ecke machen. Dergleichen Spitzen tragen zur Stärke des Profils nichts bey, sie unterbrechen vielmehr die Sterigkeit der Linie, welche der Bewegung flüssiger Massen angemessen ist; daher, wo sie vorhanden, werden sie von Wind und Regen erschüttert und weggeführt. Eben so bemerket man leicht, daß in Rücksicht des Regens und Windes am Fuß des Deichs bey D, die Dossirungslinie auch allmählich in den Horizont über-

gehen, und folglich eine kleine concave Krümmung bekommen müsse. Weil der Regen auch die Eigenschaft hat, daß im Herunterlaufen vom Kamm gegen den Fuß das Wasser an Quantität und Geschwindigkeit zunimmt, so würde noch hieraus folgen, daß die Festigkeit der Lage aller Theilchen wenn sie dem Ablauf des Regenwassers widerstehen sollten, von oben nach unten zunehmen, folglich die Dossirungslinie eine Curve, etwa wie fig. 18 nähmlich mit einer concaven Oberfläche seyn würde. Aber die Wahrheit zu gestehen, ist es nicht möglich die Lage so schräge zu machen, daß die entblößte Deichserde gegen Regen und Wind bestehen könnte. Denn wollte man gleich die Basis der Dossirung, AD (fig. 9) sehr breit nehmen, so würde man doch damit nicht sehr viel ausrichten, weil die Quantität des auffallenden Regens in eben der Verhältniß dieser Linie zunimmt, und folglich desto mehr kleine Rillen und Strömlein formiren könnte. Der Wind führt vollends die entblößte Erde oft weg, wenn sie auch vollkommen horizontal liegt. Also muß der aufgefahrne Deich eine **Bedeckung** bekommen, wodurch er gegen die äussere Verletzung von Wind und Regen, und auch, wie in der Folge näher gezeigt wird, selbst gegen den Strom geschützt wird.

§. 32.

Eine gute Decke der Deichserde muß 1) dicht seyn und die Erdtheilchen nicht durchlassen. Wäre sie gar wasserdicht, so bliebe sie um so viel besser. Doch macht der Umstand, daß die Wassertheilchen durchdringen, sie nicht verwerflich, wenn nur die Erdtheilchen behalten werden. Sie muß 2) wohlfeil zu machen und zu unterhalten, folglich dauerhaft seyn. Diese Eigenschaften hat eine natürliche Decke von grünem Rasen. Die Wurzel der Gräser machen ein so dichtes filzichtes Gewebe, welches gar keine Erde durchläßt, auch indem es sich jährlich erfrischt und durch neue Zäserchen verstärkt, so lange dauert

als

als der Deich besteht; und deßwegen in Construction und Unterhaltung äußerst wohlfeil ist. Wenn sie auch freylich dann und wann verletzt wird, so ist doch die Ausbesserung simpel und leicht, und erfordert keine weitere Kosten und Geschicklichkeit als den Gebrauch des Spatens, der unter die gewöhnlichen Landarbeiten gehört.

Zusatz. Es gibt mehrere Revetements von Stroh, Busch, Bretern und Steinen, sie sind aber gewöhnlich alle kostbar und vergänglich. Zuweilen kann jedoch das Locale ein vortheilhafteres Material an die Hand geben. So bedienen sich z. B. die Franzosen zur Bedeckung der Deiche einer Art weicher, schieferartiger Bruchsteine, die sie moëlons nennen, und welche die Eigenschaft haben, daß sie ihre Zwischenräume durch die Bewegung des Wassers selbst anschlämmen und mit der Zeit zu einer einzigen steinernen Masse oder Kruste werden. — Hr. Consist. R. **Silberschlag** (Hydro. §. 398) und Hr. Graf **Berroni** (governo de Fiume Part. II. Cap. I.) empfehlen die Bedeckung mit einer Plantation von Weiden und Gesträuche. Aber es scheint nicht, daß diese Gesträuche welche das Laub gegen den Winter abwerfen, weder mit den holzichten Wurzeln noch mit den stämmigen Zweigen eine dichte Decke abgeben werden. Ohne Zweifel dürften sich auch darin viele Thiere, Dächse, Wiesel, Maulwürfe, die den Deichen gefährlich sind, aufhalten. Vielleicht würde der Deich auch nicht ein Mahl vor Filtrationen längs den groben Holzwurzeln gesichert seyn. Endlich würden auch etwanige Ausspühlungen beschwerlich zu repariren seyn, indem sich dergleichen Gebüsche mit dem Spaten allein nicht bearbeiten läßt.

§. 33.

Die Festigkeit der Rasendecke hängt von der Menge der Wurzeln und Blätter ab, welche die Gräser unterwärts und aufwärts schießen und über einander ausbreiten. Da die Richtungslinie der Vegetation aller Pflanzen im allgemeinen auf dem Horizont senkrecht steht; so

werden auf der schrägen Fläche CD, fig. 9 nicht mehr Gräser wachsen können, als auf der zugehörigen Basis AD thun würden. Wenn also der Neigungswinkel CDA = α; so ist die Menge der Gräser oder die Festigkeit des Rasens dem Cos α proportional. Wird demnach die größte Festigkeit des Rasens (d. i. diejenige welche er in der horizontalen Lage hat) = q gesetzt; so ist die Festigkeit in jeder schrägen Lage = q Cos α. Es wird demnach die Rasendecke eine gleichförmige Stärke haben, wenn die Dossirung CD eine gerade Linie ist. Sollte sie aber oben im Deiche stärker werden, als unten, so müßte die Dossirung eine Convexität, im umgekehrten Fall eine Concavität bekommen. Da wir nun nach den bisherigen Untersuchungen noch keine besondere Ursache gefunden, warum der Deich zur einen oder andern Stelle vorzüglich stark seyn müsse, ausser daß der ablaufende Regen unterhalb an Absturz oder angreifenden Kraft etwas zunimmt; so ist doch zu bemerken, daß diese Ursache bey einem **bedeckten** Deiche gar zu unbedeutend ist, um dem Deiche deßhalb eine gekrümmte Gestalt zu geben, die alle Mahl kostbar und mühsam in der Ausführung ist. Ich sage die Ursache sey unbedeutend; denn erstlich so nachtheilig der Regen einem entblößten Deichsfuß ist, so nützlich ist er der Rasendecke, und die Gräser werden unterhalb am Fuße wegen mehrerer Feuchtigkeit alle Mahl etwas dichter und besser wachsen als oberhalb. Zweytens, was der Deich unterhalb vom Regen etwa mehr mitgenommen wird, das leidet er oberhalb genugsam mehr von Wind, Kälte und Dürren; also daß wir wenigstens dieserwegen keine Ursache haben, die Dossirung oder Rasendecke nach unten stärker zu machen als nach oben; ich vermuthe daher, daß gegen die beste Gestalt des Profils in Rücksicht auf den äusseren Einfluß der Witterung nicht gefehlt wird, wenn die Dossirungslinie CD, gerade, jedoch mit beybehaltener Abrundung der Ecken C und D (§. 31) gemacht wird.

§. 34.

§. 34.

Bey der Voraussetzung also, daß CD (fig. 9) eine gerade Linie sey, ist der Neigungswinkel dieser Linie CDA = α zu bestimmen, bey welchem der Rasen die erforderliche Dichtigkeit gegen Wind und Regen hat. Da nicht angenommen werden darf, daß die Rasendecke auch dem Einfluß der Schwere widerstehen, oder die zu steilen Deiche gegen den Absturz sichern könne, so muß aus diesem Grunde α wenigstens so klein als der Ruhewinkel β (§. 29. Zus. 3) seyn. Und da bey gewöhnlicher Acker-Erde β = 37° für das Gleichgewicht gefunden ist, so muß wenigstens um der Sicherheit willen auf der Seite der Friction einiges Uebergewicht gegeben werden, weil sonst bey der mindesten Erschütterung, wodurch die Friction alle Mahl geschwächt wird die Erde absinken würde. Demnach setze ich für mittelmäßige Deichserde $\beta = 33\frac{1}{2}$ Gr. ungefähr; für feinen Sand 26° und für die beste Thonerde ungefähr 39°. Größer muß α also nicht genommen werden. Ob nun der Rasen bey diesem Winkel fest genug, oder ob α noch kleiner müsse genommen werden, das kann nur die Erfahrung bestimmen. Und derselben gemäß kann für mittelmäßig gute Bau-Erde $\alpha = \beta = 33\frac{1}{2}°$ beybehalten werden; welches tang α $= \frac{2}{3}$ beynahe; oder die lothrechte Höhe der Böschung zur horizontalen Basis, wie 2:3 gibt. Für bessere Erdarten mag x etwas grösser, doch nie über 37°, dessen tang $= \frac{3}{4}$ kommen, genommen werden, wenn der Rasen nicht undichte oder entblößte Stellen bekommen soll. Wenn Sand gut bewachsen soll so muß α nicht über $18\frac{1}{2}$ Gr., dessen tang $= \frac{1}{3}$ ist. Die eigentlichen Sandgräser wachsen nähmlich nie so dicht und filzicht, sondern schießen größere Wurzeln und einfachere Halme als die übrigen Grasarten. Setzen wir demnach das Deichsprofil triangulär und gleichschenklig, wie CBD fig. 12 und die senkrechte Höhe AB = α so ist die halbe Basis = AD $= \frac{3}{4}$ a, wenn die Deichserde am allerbesten ist; und

= 3a wenn die Erde am schlechtesten ist, zum festen Rasen nöthig. Und dieß sind die Grenzen zwischen welchen das kleinstmöglichste Deichsprofil für einen Rasen der genugsame Dichtigkeit hat, Wind und Regen abzuhalten, enthalten seyn muß.

Zusatz. Ohne flache Böschung oder kleinen Neigungswinkel ist freylich kein fester Rasen möglich; aber auch die beste Dossirung kann einen mürben Rasen haben, wenn dieser nicht conservirt, sondern von Thieren durchlöchert, zerkrazt, umgewühlt oder von modernden Pflanzen und hochstämmigen Kräutern erstickt wird. Die beste Conservation, Sanddeiche ausgenommen, geschieht durch Abweidung vom Viehe, welches die Gräser niedrig, den Rasen rein und fest erhält. Das Vieh, welches hiezu am besten geschickt ist, sind Schafe, Ziegen und Kälber. — Die Festungswälle werden meistens abgemäht; aber ich halte es für unstreitig besser sie zu weiden. — Wenn die Deiche auch mit grössern Vieharten nähmlich mit Ochsen und Pferden sollen geweidet werden; so ist in Rücksicht dessen die Dossirung von 37 Gr. welche für die beste Deichserde angenommen worden, noch zu steil, und mag dieselbe um das Abtreten zu verhindern auch wohl auf $33\frac{1}{2}$ Gr. herab gesetzt werden. Bey feuchter Witterung aber thun die großen Thiere alle Mahl Schaden mit den eingetretnen Spuren. — Federvieh ist dem Rasen schädlich wegen seiner heissen Excremente. — Am schädlichsten ist der Maulwurf, dem man keine Ruhe lassen, sondern durch den Viehhirten oder eigne Maulwurfsfänger ohne Unterlaß verfolgen muß. — Im übrigen scheint dem Abweiden des Viehes die convexe Gestalt der Profils am günstigsten zu seyn, wenigstens die geraden Deiche durch eine vieljährige Weide-Nutzung eher convex als concav zu werden.

§. 35.

Es ist noch ein merkwürdiger Einfluß der Witterung auf die Gestalt des Deichsprofils zu betrachten übrig, welche

welche auf die verschiedene Feuchtigkeit und Trockenheit der Deichserde sich gründet, und den bedeckten Deichen so gut als den entblößten eigen ist: das ist die **Eintrocknung** und **Einkrümpfung** des Deichs. Weil nähmlich die neue Deichserde aus den Gruben aufgefahren wird, so ist sie gewöhnlich feucht und trocknet im Deiche allmählich etwas aus. Der **Thon**, Lehmen und die damit verwandten Erdarten haben nun die Eigenschaft, daß sie wegen des Verlustes der Feuchtigkeit ein kleineres Volumen annehmen, oder umgekehrt, wenn sie trocken sind das angrenzende Wasser einziehen, und davon ausquillen oder an Volumen größer werden. Um den Effect dieser hygrometrischen Eigenschaft der Erde auf die Gestalt des Deichs richtig zu beurtheilen, wollen wir uns den neu aufgeführten Deich von gleichförmiger Feuchtigkeit vorstellen, so wird er über die ganze Oberfläche, wo ihn die Luft berührt, ausdünsten. Die Oberfläche wird sich daher erstlich nach allen Richtungen zusammen ziehen; und wenn die Cohäsion geringer als die Contraction ist, so werden viele Risse und Bersten entstehen, die sich so wohl nach der Länge als nach der Breite des Deiches in allerley Richtungen ausbreiten und anastomosiren. Diese oberflächliche Eintrocknung hat auf die Gestalt des Profils keinen Einfluß; nur wird sie, weil die vielen Risse und Bersten die Cohäsion unterbrechen, den steilen Deichen, welche durch Cohäsion bestehen, gefährlich. Zweytens das Profil wird überdem an der Oberfläche etwas kleiner werden, und zwar wird es nach Richtungen, die senkrecht auf die Oberfläche sind, einkrümpfen. Da nun unterwärts am Fuße der Deich etwas mehr Feuchtigkeit zu behalten pflegt als weiter oberhalb, so wird aus diesem Grunde die senkrechte Einkrümpfung, welche durch kleine Linien m m, n n fig. 12 vorgestellt werden kann, vom Fuß an aufwärts zunehmen. Da aber, alles übrige gleich, eine längere Linie mehr eintrocknet als eine kürzere, und der Deich aufwärts schmäler wird, so kann die

Quan-

Quantität der Eintrocknung nahe gegen den Kamm vielleicht wieder abnehmen; folglich die Dossirungslinie Cmnb aus diesem Grund eine kleine Concavität bekommen, die aber alle Mahl sehr unerheblich seyn wird, weil die senkrechte Eintrocknung selbst unerheblich ist. Die Feuchtigkeit bringt die umgekehrte Wirkung hervor. Weil inzwischen ein Deich, der ein Mahl vollkommen ausgetrocknet, nie wieder durchgehends die ehemahlige Feuchtigkeit leicht erhält, so kann er auch die erste Gestalt nicht vollkommen wieder erhalten, sondern man wird die oberflächliche Einkrümpfung durch Zufüllung der Risse und Bersten, die nicht sehr tief zu seyn pflegen, ersetzen, auf senkrechte Eintrocknung aber, wie auf die vorhin gedachten Sinkungen (§. 30) bey der ersten Aufführung des Deichs Rücksicht zu nehmen, und dem Profil eine **Uebermaße** von etwas convexer Gestalt zu geben haben. Wenn die Witterung oder die Deichserde so trocken ist, daß der Deich mit Pferde und Karren aufgeführt wird, so darf auf das senkrechte Eintrocknen nicht sehr gerechnet werden; sonst kann reine Thonerde um $\frac{1}{6}$ ihres Volumens kleiner oder größer werden, indem sie von der größten Feuchtigkeit zur größten Trockenheit oder umgekehrt vom Trocknen zum Feuchten übergeht. Ist aber der Thon so sehr mit Wasser gemischt, daß er nicht mehr Erde sondern vielmehr Schlamm genannt wird, und beynahe eine horizontale Oberfläche annimmt, so ist ungefähr die Hälfte seines Volumens nichts als Wasser, welches alles verdünsten kann.

Zusatz. Das eigentliche Zusammensinken durch den Druck ist einiger Maßen allen Erdarten eigen; hat aber seine Grenzen. Die Compression oder Schwindung ist nur den vegetabilischen Erdarten eigen und vielleicht ohne Grenzen; indem die Pflanzen endlich ganz in Fäulung und Luft übergehen. Das Eintrocknen und Ausquillen welches nur dem Thon eigen ist, ist zwar ohne Aufhören, aber abwechselnd und von keinem Einfluß ferner auf die

Gestalt

Gestalt des Deichs, wenn dieser ein Mahl zu einem mittlern Grad von Trockenheit gelangt ist. Es gereicht aber das senkrechte Eintrocknen des Profils alle Mahl zur Festigkeit des Deichs; und Deiche von feuchter Erde neu gemacht werden mit der Zeit fester als von trockner Erde. Bey dem Rasen aber ist es umgekehrt. Wer einen Deich mit grünem Rasen besetzen will, muß die los gestochnen oder gepflügten Soden vorher wohl eintrocknen lassen, und in trockner Witterung setzen; alsdann quillen sie bey feuchter Witterung dicht zusammen und wachsen in einander. Feucht gesetzt, bekommt der Rasen durch das oberflächliche Einkrümpfen des Deichs viele Ritzen und Bersten. Dergleichen Spalten, wenn sie gleich nicht tief und gefährlich sind, sind dennoch der Festigkeit des Deichs nachtheilig, indem durch sie alles Regenwasser eindringt und den Deich erweicht; ich habe wahrgenommen, daß feuchter Thon sehr hart und trocken werden kann, ohne Risse zu bekommen, wenn die Eintrocknung nur ganz allmählich geschieht. In diesem Falle scheint die Cohäsion dem Einkrümpfen der Oberfläche genugsam zu widerstehen, und alles Eintrocknen nach senkrechter Richtung auf die Oberfläche zu erfolgen. Aber plötzliche und starke Ausdünstung durch Sonnenhitze, starken Wind und Dürre verursachen alle Mahl Risse und Berste im feuchten thonigen Erdreiche.

§. 36.

Es erhellt aus allem bisher angeführten, daß der Einfluß der Schwere und der Witterung sehr mannigfaltig, auch eben so verschieden das Erdreich ist; daß es daher schwer falle, a priori zu bestimmen, welche Gestalt des Profils im allgemeinen convenire. So viel ist inzwischen gewiß, daß alle bisher betrachteten Kräfte sich dahin vereinigen, einen neuen Deich mit den Jahren niedriger und kleiner von Profil zu machen; weßhalben man ihm anfänglich einige Uebermaße des Profils geben muß.

muß. Ob aber diese Zugabe des Profils eine Concavität oder Convexität bekommen müsse, das bleibt in einigen Fällen zweifelhaft; und es scheint, daß bey gemischter Deichserde die Kräfte, welche für die ein oder andere Gestalt sind, sich genugsam compensiren. Demnach kann man wohl annehmen, der Deich werde die Gestalt ziemlich gut behalten, die man ihm ein Mahl gegeben. Da nun die gerade Linie das Mittel zwischen der concaven und convexen, folglich in dubio die beste, auch in Praxis die leichteste ist, so haben wir bis jetzt nicht Ursache genug, davon abzugehen, und es scheint also das triangulare Profil CBD (fig. 12) mit abgerundeten Ecken das beste wie auch das kleinstmöglichste zu seyn, wenn es gleichschenklig und die halbe Basis AD = $\frac{4}{3}$ der Höhe AB; oder AD = $\frac{2}{3}$ AB (§. 34) im Fall der Rasen mit Vieh geweidet werden soll. Wegen Quantität des Uebermaßes oder der Zugabe des Profils sehe man die Deichwirthschaft §. 11. lit c. Zus. 2. 3 und fig. 3 daselbst. Die äussere Gestalt dieser Zugabe muß denn nun so beschaffen seyn, daß, vermöge des Einflusses der Witterung und der Schwere, der Deich allmählich diejenige Gestalt erhalte, welche für die beständigste und beste erachtet wird, nähmlich nach dem bisherigen die **geradlinige**. Wo also der Grund fest; die Deichserde gemischt und trocken ist, da können die Dossirungen gleich anfangs gerade gemacht werden, dann bleiben sie es in Zukunft. Wo aber die Deichserde feucht oder thonartig ist, da wird man der Zugabe über das Profil eine kleine Convexität zu geben haben, wenn nachgehends die gerade Linie heraus kommen soll.

Zusatz. Wer auf die Gestalt der alten Deiche reflectirt, wird finden, daß sie größten Theils hohl sind; und es ist vielleicht aus diesem Grunde, daß Herr **Hunrichs**, der ein guter Beobachter der Natur war, die bauchichte Gestalt der Dossirung empfiehlt (Deich- Siel- und Schlengenbau Cap. IV. §. 29). Es rührt aber diese

Conca-

Concavität gewiß nicht bloß von der Eintrocknung her, wie Hr. H. scheint geglaubt zu haben, sondern sie ist wohl zum Theil ein Werk der Kunst. Denn erstlich werden die neuen Deichsdossirungen, welche gerade seyn sollten selten ganz gerade gemacht, und man thut in diesen Puncten gewöhnlich eher zu wenig als zu viel; so daß gleich Anfangs das Profil eine kleine Concavität oder Mangel hat. Zweytens entsteht durch die continuirliche Erhöhung, welche die Deiche nöthig haben nothwendig eine Concavität nahe am Kamm des Deichs, wenn anders nicht etwa mit der Erhöhung auch zugleich eine Verstärkung des Deichs vorgenommen wird. Und dieß sind wohl die wesentlichsten Ursachen warum die alten Deichsdossirungen gewöhnlich hohl befunden werden. Die Natur macht alle Deiche und Dämme, Hügel und Berge oben gegen den Gipfel conver, unten am Fuße concav, wodurch die Ecken oder Winkel verschwinden, und die geraden Seitenlinien allmählich gekrümmt in die horizontale Lage des Gipfels und des platten Landes übergehen.

§. 37.

Die bisherigen physico-mathematischen Untersuchungen über die beste Gestalt des Profils sind allen erhöhten Erdwällen gemein, sie mögen zu Deichen und Dämmen, oder zur Fortification, oder zur Befriedigung der Felder und Wiesen, oder zu Lustterassen dienen. Jetzt muß der eigentliche Deich abgesondert betrachtet, daß heißt, die beste Gestalt des Profils nach den Kräften des Wassers determinirt werden. Die Eigenschaften des Wassers, welche seinen Kräften zum Grunde liegen, sind die Schwere, die unempfindbare Feinheit seiner Theilchen, und ihre Cohäsion unter einander und mit den Erdtheilchen. Die Schwere des Wassers ist nicht völlig so groß als die Schwere der meisten Erdarten; aber die Theilchen übertreffen die Feinheit der Erdtheilchen dermaßen, daß sie unsern Sinnen ganz sich entziehen, und als eine einzige

Masse

Masse erscheinen. Die Haupteigenschaft, wodurch sich die Materie des Wassers von der Erdmaterie unterscheidet, besteht in dem gänzlichen Mangel der Friction der Wassertheilchen an einander, weßhalben sie sich auch gar nicht anhäufen lassen, sondern jedem Eindruck der Schwere ungehindert folgen, und eine horizontale Oberfläche annehmen.

Die Kräfte des Wassers gegen den Deich, sind der stille **Druck**, woraus auch das Eindringen oder die Filtration entsteht; und der **Stoß** des Stroms, der Wellen und Eises. Endlich die abnagende Kraft (vis corrosionis) welche aus der krumlinigen Bewegung der Wassertheilchen verbunden mit dem Druck und der Anklebrigkeit entsteht; diese letztere kommt bey Seedeichen gar nicht, bey Flußdeichen auch nicht erheblich, sondern hauptsächlich bey den entblößten Ufern gekrümmter Strombetten in Betracht; weßhalben ich sie für dieß Mahl ausschließe. Diese Kräfte sind es, nach welchen wir die Stärke des Deichs oder die Gestalt seines Profils zu determiniren haben. Wir wollen demnach das kleinstmöglichste Profil eines Erddammes mit geraden Böschungslinien CBD fig. 12 voraus setzen, und sehen, wie die Kräfte des Wassers uns Veranlassung geben, dasselbe abzuändern.

§. 38.

Es sey die Höhe des Deiches = AB (fig. 12) gegeben; auch die Verhältniß zwischen Friction und Druck der Deichserde bekannt; so ist die Anlage CD zu bestimmen, welche erforderlich ist, dem Druck des Wassers, wenn es mit dem Deiche einerley Höhe hat, zu widerstehen.

Es wird zuerst voraus gesetzt, daß das Wasser nicht in den Deich eindringe, folglich dieser mit seiner ganzen Schwere drücke.

Es sey
- die Schwere des Wassers = 1
- die Schwere der Erde = p
- die Friction = p tang β
- der Winkel BDC = α
- AB = a
- CD = x

so ist BD = a Cosec. α. Und der Druck des Wassers senkrecht auf irgend eine Fläche wird nach den Grundsätzen der Hydrostatik gleich gefunden dem Gewicht eines Volumen Wassers, dessen Basis die gedruckte Fläche und dessen Höhe dem lothrechten Abstand ihres Schwerpuncts von der Oberfläche des drückenden Wassers gleich ist; im gegenwärtigen Fall = a Cosec. $\alpha \times \frac{1}{2}$ a = $\frac{1}{2}$ aa Cosec. α. Dieser Druck werde durch eine Linie vu senkrecht auf BD vorgestellt und zerlegt in zwey andere Pressungen, wovon die eine vw horizontal, die andere wu lothrecht; so ist uv Sin $\alpha = \frac{1}{2}$ aa Cosec. α. Sin $\alpha = \frac{1}{2}$ aa der horizontale Druck; und uv Cos $\alpha = \frac{1}{2}$ aa Cosec. α Cos. $\alpha = \frac{1}{2}$ aa Cot. α der lothrechte Druck des Wassers. Jener strebt den Deich horizontal fortzuschieben, und der Deich kann nur bloß vermöge der Friction ihm widerstehen; diesem dem lothrechten Druck, wird nicht vom Deiche sondern von dem Grunde, worauf der Deich ruhet, widerstanden. Er vermehrt aber indem er den Deich fester andrückt dessen Friction, und muß daher mit in Rechnung kommen.

Das Gewicht des Deichs ist = $\frac{1}{2}$ axp, hiezu der lothrechte Druck des Wassers $\frac{1}{2}$ aa Cot $\alpha = \frac{1}{2}$ aa. $\frac{\frac{1}{2}x}{a}$ = $\frac{1}{4}$ ax; so haben wir den gesammten Druck des Deichs = $\frac{1}{2}$ axp $\pm$ $\frac{1}{4}$ ax = ($\frac{1}{2}$ p $\pm$ $\frac{1}{4}$) ax und die durch diesen Druck verursachte Friction ist ($\frac{1}{2}$ p $\pm$ $\frac{1}{4}$) ax tang β, welche dem horizontalen Druck = $\frac{1}{2}$ aa gleich zu setzen ist, so findet man $x = \frac{\frac{1}{2}a}{(\frac{1}{2}p \pm \frac{1}{4}) \text{ tang } \beta}$ =

$= \frac{a}{(p \dotplus \frac{1}{2}) \text{ tang } \beta}$. Für p kann $1\frac{1}{2}$, und tang β $=$ tang $37° = \frac{3}{4}$ gesetzt werden, so erhält man $x = \frac{a}{\frac{6}{4}} = \frac{2}{3}$ a. Das heißt der Deich widersteht dem Druck des Wassers, wenn sein triangulares Profil ungefähr $\frac{2}{3}$ der Höhe zur Basis hat. Setzen wir $p = o$ so erhalten wir $x = \frac{a}{\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}} = \frac{8}{3}$ a $= 2{,}66$. a. Das heißt, wenn der Deich auch gar nicht schwer wäre, so würde er dennoch bloß wegen der Friction, die durch den Druck des Wassers verursacht wird, widerstehen, wenn die Basis seines gleichschenkligen Profils $= 2\frac{2}{3}$ Mahl der Höhe wäre. Setzen wir endlich tang $\beta = o$; so wird x unendlich; welches anzeigt, daß ohne Friction kein Deich möglich sey. — Bey diesen Schlüssen ist die Hypothese zum Grunde gelegt, daß der Deich vollkommen wasserdicht sey, welches bey harter Thonerde auf eine kurze Zeit einiger Maßen zutrifft; bey den meisten Erdarten aber, insonderheit bey dem Sande, keinesweges anzunehmen ist.

§. 39.

Es ist, wie im vorigen §. 37 die Basis CD zu bestimmen, in der Hypothese, daß das Wasser in den Deich eindringe und alle Zwischenräume der Erde ausfülle.

In diesem Falle fällt erstlich der lothrechte Druck des Wassers $= \frac{1}{2}$ a a Cot α aus der Rechnung weg; aber der horizontale Druck $= \frac{1}{2}$ a a bleibt unverändert. Nach der verticalen Richtung ist nähmlich der Deich mit Wasser durchdrungen; nach der horizontalen ist aber hinter dem Deich kein Wasser anzutreffen, indem die Zwischenräume wie Haarröhrchen wirken und keinen ordentlichen Strom durchlassen. Zweytens wird auch bey dieser Hypothese das Gewicht des Deichs vermindert, indem

die

die Erdtheilchen einen Theil ihres Gewichts im Wasser verlieren. Es war dieses Gewicht vorhin $\frac{1}{2}$ a x p und ist nun $\frac{1}{2}$ a x (p — 1). Wir haben also nun die Gleichung $\frac{1}{2}$ a x (p — 1) tang $\beta = \frac{1}{2}$ a a für den Fall des Gleichgewichts zwischen Druck und Widerstand. Weil aber der Widerstand des Deichs den Druck des Wassers nothwendig etwas übertreffen muß; so sey er m Mahl größer; dann ist a (p — 1) x tang β = m a a. Und

$$x = \frac{m\,a}{(p-1)\ \text{tang}\,\beta} = \frac{m\,a}{\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{4}} = 2\tfrac{2}{3}\ m\,a.$$

Für m = 1, ist x = $2\frac{2}{3}$ a. Bey der vorigen Hypothese (§. 37) war x = $\frac{2}{3}$ a im Fall des Gleichgewichts. Zwischen diesen beiden Grenzen muß nun die Wahrheit alle Mahl enthalten seyn. Es ist aber der Natur der Sache am gemäßesten nach der letztern Hypothese zu rechnen

und $x = \frac{m\,a}{(p-1)\ \text{tang}\,\beta}$ zu setzen, da man denn, wenn es rathsam erachtet wird, den Widerstand des Deichs $1\frac{1}{2}$ Mahl so groß als den Druck des Wassers zu nehmen m = $1\frac{1}{2}$ setzen kann; so erhält man die Basis des Profils

$$x = \frac{1\frac{1}{2}\,a}{(p-1)\ \text{tang}\,\beta}$$

wobey keine Ungewißheiten weiter statt findet, als diejenige welche die Werthe von p und tang β bey verschiedenen Erdarten übrig lassen.

Zus. 1. Herr **Brahms** (Anfangsgr. d. Deich und Wasserb. §. 31) hat über denselben Gegenstand eine Rechnung angestellt; es wird nicht undienlich seyn, sein Resultat mit dem hier gefundenen zu vergleichen. Es ist in seiner Rechnung 1 Fuß = a in der meinigen

$\frac{100}{70} = 1\frac{3}{7} =$ p " " "

$\frac{2}{3} =$ tang β " "

1 = m " " "

folglich $\frac{1}{\frac{3}{7}\cdot\frac{2}{3}} = \frac{a}{(p-1)\ \text{tang}\,\beta}$

oder $3\frac{1}{2} = x$. Es hat also **Brahms** ganz richtig gerechnet; nur hat er die Schwere und Friction der Deichserde etwas anders angenommen. Aus seiner Rechnung erhellt auch leicht, daß 25 Pfund ein Druckfehler und 35 Pfund heißen muß, als das Gewicht eines halben Cubikfußes Wassers. Herr **Silberschlag** (Hydrot. §. 349) findet die halbe Basis $= b = \frac{3hw}{2(w \dotplus s)}$.

Setzt man für die Buchstaben die Zahlen welche **Br.** annimmt, so ist $h = 1$; $w = 70$; $w \dotplus s = 100$; folglich $b = \frac{210}{200} = 1{,}05$ oder $x = 2{,}1$. Da Hr. S. aber nach der Hypothese gerechnet hat, daß der Deich von seiner Schwere am Wasser nichts verlieren soll, so ist dieser Werth für x zu groß aus zweyen Gründen, erstlich ist die Friction der Erde von Hrn. S. $= \frac{1}{3}$ ihrer Schwere angenommen, welches um die Hälfte wenigstens zu geringe ist; zweytens ist der lothrechte Druck des Wassers, welcher die Friction vermehrt, nicht in Betracht gezogen.

Zus. 2. Ein Deich von der Höhe $= a$ muß demnach die Basis $= \frac{a}{(p \dotplus \frac{1}{2}) \text{ tang } \beta}$ nach der ersten; und $= \frac{a}{(p - 1) \text{ tang } \beta}$ nach der andern Hypothese haben, wenn sein Profil das kleinste seyn soll, welches möglich ist, dem Drucke des Wassers zu widerstehen. Es gelten auch diese Formeln für niedrige und hohe Deiche, weil beide Kräfte, der Druck des Wassers und der Widerstand des Deiches in einerley Verhältniß, nähmlich wie die Quadrate der Höhe zunehmen. Sie gelten daher auch nicht nur für **ganze**, sondern noch für jede beliebige **Theile** des Profils. Man kann sich nähmlich das ganze Profil in lauter horizontale Schichten getheilt vorstellen, die z. B. jede 1 Fuß dick und alle für sich beweglich sind; so ist, wenn von dem Kamm unterwärts gezählt wird, für

die

die 1te, 2te, 3te (u. s. w.) Schicht; a = 1; 2; 3 (u. s. w.) Fuß und so gilt die Formel für alle Theile des Profils, welches alle Mahl ein geradliniger Triangel ist, wenn in allen Schichten einerley Erde gebraucht wird, folglich p und tang β beständige Größen sind. Je schwerer aber die Erde und je größer ihre Friction, desto kleiner wird die Basis einer jeden Schicht. Würde also in der untersten Schicht die schwerste, und den folgenden nach und nach immer leichtere Erde genommen (oder welches einerley ist, ließe die Erde durch den Druck sich zusammen pressen), so würden die obern Schichten verhältnißmäßig eine größere Basis als die untersten (das Profil würde conver gekrümmt), und niedrige Deiche von dergleichen Erde, eine größere verhältnißmäßige Basis als höhere bekommen. Im übrigen werde ich wie bereits erwähnt, die letzte Formel $x = \frac{a}{(p-1)\,\text{tang}\,\beta}$ der Sicherheit wegen beybehalten, und daraus folgt denn für $p = 1$; $x = \infty$ und für $p < 1$ wird x negativ; das heißt, wenn die eigenthümliche Schwere der Deichserde nicht größer als die Schwere des Wassers ist, so ist kein Deich davon möglich der dem Druck des Wassers widerstehen könnte. Da wir im vorhergehenden (§. 34) gesehen haben, daß schon um des festen Rasen willen auch bey der besten Deichserde die Basis einer Dossirung $\frac{4}{3}$ der Höhe oder (wenn das Vieh darauf weiden soll, wie solches den Deichen nützlich ist) = $\frac{3}{2}$ der Höhe, folglich $x = \frac{6}{2}$ a seyn müsse, so erhellt hieraus ferner, daß bey allen denjenigen Erdarten wo $p = 1\frac{1}{2}$ oder größer gesetzt werden kann, man eben nicht nöthig habe, um des Drucks des Wassers willen die Basis des Deichs zu vergrößern. Nur bey den leichten morastigen Torf- und Pflanzen-Erden ist hauptsächlich auf diesen Druck zu rechnen.

§. 40.

Wir müssen noch den Seitendruck in einer andern Rücksicht nähmlich als eine umwälzende Kraft betrachten, die in einem einzigen Punct im centro pressionis angebracht ist. Dieser Punct liegt, wenn die Böschung BD fig. 12 eine gerade Linie ist, auf $\frac{1}{3}$ der Höhe. Er sey u, so ist der Druck des Wassers $= \frac{1}{2}$ a a eine Kraft welche den Deich nach der Richtung u E fortzuschieben, und wenn er nicht weicht um den Punct C zu wälzen strebt; der Abstand dieser Kraft ist $=$ CE $= \frac{1}{3}$ a; folglich ihr Moment $= \frac{1}{2}$ a a. $\frac{1}{3}$ a $= \frac{1}{6}$ a^3. Das widerstehende Moment des Deichs ist $=$ seiner Schwere multiplicirt mit der halben Basis AC $= \frac{1}{2}$ a $\frac{a\,p}{(p-1)\,\text{tang}\,\beta}$.

$\frac{1}{2}\,\frac{a}{(p-1)\,\text{tang}\,\beta} = \frac{a^3\,p}{4(p-1)^2\,\text{tang}\,\beta^2}$. Oder wenn wir die ganze Basis CD $= \frac{a}{(p-1)\,\text{tang}\,\beta} = x$ setzen, so ist für den Fall des Gleichgewichts $\frac{1}{6}\,a^3 = \frac{1}{4}\,a\,p\,x^2$. und $x = \sqrt{\frac{\frac{2}{3}\,a\,a}{p}}$ oder $x = a\sqrt{\frac{2}{3}\,p}$. Es ist aber

$a\sqrt{\frac{2}{3}\,p} < \frac{a}{(p-1)\,\text{tang}\,\beta}$ weil sowohl (p — 1) als tang β eigentliche Brüche sind. Wenn also ein Deich, dessen Profil ein gleichschenkliger Triangel ist, der fortschiebenden Kraft des horizontalen Seitendrucks widersteht, so widersteht er vollends der umwälzenden Kraft desselben. Wollte man inzwischen ohne Rücksicht auf Friction durch Cohäsion oder auch durch aufgesetzte Rasen, die man nach Art einer Mauer ziemlich steil aufführen kann, indem ein Soden den andern unterstützt, die Basis so klein als möglich machen, so sieht man aus der Gleichung $x = a\sqrt{\frac{2}{3\,p}} = \frac{2}{3}\,a$ (weil $p = 1\frac{1}{2}$ gesetzt werden

den kann); daß der Deich umgewälzt werden könne wenn $\frac{1}{2}x < \frac{1}{3}a$ oder Ad fig. 12 kleiner als $\frac{1}{3}$ AB ist.

Zusatz. Die umwälzende Kraft nimmt in cubischer Verhältniß der Höhe zu, und in eben derselben nimmt auch der Widerstand des Deichs zu. Daher ist es einerley ob man sich vorstellt, daß der ganze Deich oder daß irgend ein Theil davon umgeworfen werde. Es kann aber wie man leicht erachtet von dergleichen Umwerfen nur die Rede seyn bey sehr steilen Deichen von Thon oder Rasen oder Steinen aufgeführt; hauptsächlich aber bey einer ordentlichen Mauer. Obwohl nun diese Materie in den litterarischen Beyträgen dieses Buchs noch näher erörtert wird, so wird es doch der Vollständigkeit wegen nicht unnützlich seyn, die Theorie noch mit kurzen auf eine Mauer oder einen steilen Deich von trapezförmigem Durchschnitt anzuwenden. Nur will ich mit Rücksicht auf die Cohäsion hier noch wiederhohlend bemerken, daß obgleich dieselbe den Widerstand des Deichs alle Mahl vermehrt, ich dennoch diese Kraft keinesweges in Rechnung bringe, weil sie gar zu unbeständig und unzuverlässig ist. Wir haben z. B. gesehen, daß das Eintrocknen des Thons die Cohäsion sehr vergrößern, daß aber eben dieses Eintrocknen durch Risse und Spalten sie auch ganz unterbrechen können. Ferner eben die Feuchtigkeit welche wenn sie in den Thon eindringt seine Cohäsion mindert und ihn gleich einem Schlamm und Teig trennbar macht, vermehrt des Sandes Cohäsion wenn er körnig ist, macht ihn hingegen zum flüssigen Quellsande, wenn er sehr fein ist und erschüttert wird, welches letztere seine Friction unterbricht. Selbst festes Mauerwerk bekommt oft durch ungleichförmige Ausdehnung von Frost und Hitze, durch ungleiches Sinken des Grundes ꝛc. Ritzen und Spalten, welche die Cohäsion unterbrechen, da es alsdann vermöge der Friction und Schwere allein bestehen oder fallen muß.

§. 41.

Es sey demnach ABCD (fig. 13) ein trapezförmiger Deich, von Steinen ordentlich aufgemauert oder auch nur von festen Rasen aufgesetzt, welche mit durchgesteckten Pflöcken verbunden sind; die Höhe $Bb = Cc = a$ nebst den Böschungswinkeln $BAb = CDc = \alpha$ sind gegeben; und man verlangt die Breite des Kamms $BC = bc = x$ für den Fall des Gleichgewichts zwischen dem Widerstand des Deichs und I der fortschiebenden oder II umwälzenden Kraft des Wassers unter der Hypothese, daß dieses in vorhandene Fugen oder Risse eindringe und das Gewicht des Deichs nach hydrostatischen Gründen vermindere.

So ist I. der fortschiebende Druck $= \frac{1}{2} aa$. Und der Inhalt des Profils $= \frac{1}{2} aa \operatorname{Cot}\alpha + \frac{1}{2} aa \operatorname{Cot}\alpha + ax = aa \operatorname{Cot}\alpha + ax$. Wenn nun p die eigne Schwere des Mauerwerks, so ist $(p - 1) \operatorname{tang}\beta (aa \operatorname{Cot}\alpha + ax) = \frac{1}{2} aa$. Also $x = \frac{a}{2(p-1)\operatorname{tang}\beta} - a \operatorname{Cot}\alpha$. Es sey nun für Mauerwerk $p = 2$ und $\operatorname{tang}\beta = \frac{3}{4}$. $\operatorname{Cot}\alpha = \frac{1}{1\frac{1}{2}}$; so wird $x = \frac{2}{3} a - \frac{1}{1\frac{1}{2}} a = \frac{7}{1\frac{1}{2}} a$. Für $\alpha = 0$ oder die Mauer lothrecht ist $x = \frac{2}{3} a$.

II. Das Moment der umwälzenden Kraft ist nach dem vorhergehenden $= \frac{1}{6} a^3$. Der Druck des Deichs ist $(p - 1) (aa \operatorname{Cot}\alpha + ax)$ und sein Moment $= (p - 1) (aa \operatorname{Cot}\alpha + ax) (a \operatorname{Cot}\alpha + \frac{1}{2} x)$. Also ist $\frac{1}{6} a^3 = (p - 1) (aa \operatorname{Cot}\alpha + ax) (a \operatorname{Cot}\alpha + \frac{1}{2} x)$. Es sey $\operatorname{Cot}\alpha + x = Z$; so haben wir $\frac{1}{6} a^3 = (p - 1) aZ. \frac{Z + a \operatorname{Cot}\alpha}{2}$. Oder $\frac{1}{3} aa = (p - 1) ZZ + (p - 1) a \operatorname{Cot}\alpha Z.$ oder endlich $\frac{aa}{3(p-1)} = ZZ + a \operatorname{Cot}\alpha Z.$ und wenn $\frac{1}{4} aa \operatorname{Cot}\alpha^2$ addirt wird;

so

so erhält man $Z = -\frac{1}{2} a \operatorname{Cot} \alpha \pm \sqrt{\left(\frac{aa}{3(p-1)} \pm \frac{1}{4} aa \operatorname{Cot} \alpha^2\right)}$. Weil nun $Z = a \operatorname{Cot} \alpha \pm x$; so ist $x = -\frac{3}{2} a \operatorname{Cot} \alpha \pm \sqrt{\left(\frac{aa}{3(p-1)} \pm \frac{1}{4} aa \operatorname{Cot} \alpha^2\right)}$. Wird $\operatorname{Cot} \alpha = \frac{1}{12}$ und $p = 2$ das ist die Schwere der Mauer doppelt so schwer als Wasser gesetzt, so wird $x = -\frac{1}{8} a \pm \sqrt{\frac{193}{576}} aa = a \sqrt{\frac{193}{576}} - \frac{1}{8} a = 0{,}44\, a$ und die ganze Basis ist $0{,}44 \ldots a \pm Z\, 6\, a = 0{,}61 \ldots a$. Für eine lothrechte Mauer ist $\operatorname{Cot} \alpha = 0$, folglich $x = \sqrt{\frac{aa}{3(p-1)}} = a \sqrt{\frac{1}{3}} = 0{,}57 \ldots a$. Wenn also die Basis einer lothrechten Mauer ungefähr die halbe Höhe hat, so wird selbige von dem Druck des Wassers nicht umgeworfen, und wenn sie $\frac{2}{3}$ der Höhe zur Basis hat nicht fortgeschoben werden, wenn gleich die Mauersteine nur bloß auf einander gelegt und mit Mörtel gar nicht verbunden wären.

Zusatz. Wenn die Mauer wirklich um den festen Punct A sollte gewälzt werden, so läßt sich fragen, ob nicht eine Friction alsdann entstehe, welche der bewegenden Kraft widerstrebt, und daher mit in Rechnung zu bringen sey? Es ist allerdings wahr, daß aus der bewegenden Kraft nach der Richtung wE und dem Gewicht des Deichs nach der Richtung wv ein mittlerer Druck nach wA entsteht, welcher für den Fall des Gleichgewichts im ersten Anfang der Bewegung $= \sqrt{[\frac{1}{4} a^4 \pm (p-1)^2 (aa \operatorname{Cot} \alpha \pm ax)^2]}$ ist. Dieser Druck muß auch nothwendig am Fuße oder im Bruche der Mauer oder Dossirungs-Ecke A, eine Friction verursachen. Wenn aber angenommen wird, daß so wohl der Boden als die Ecke der Mauer vollkommen hart seyn sollen, so dreht sich die Mauer gleichsam um eine mathematische Linie, und die Friction welche daraus entsteht

hat gar kein Moment, und kann der bewegenden Kraft nicht hinderlich seyn. Wenn inzwischen der Grund nicht vollkommen hart ist und die Ecke der Mauer in denselben einsinkt; so dreht sich der Punct A rückwärts, indem der obere Theil der Mauer vorwärts fällt, die Umdrehungsachse liegt dann nicht mehr in der Basis sondern höher herauf in der Mauer. In diesem Falle also hat die Friction welche alle Mahl in der Basis ihren Sitz hat ein Moment und widersteht der bewegenden Kraft. Aber ich sehe bey so mancherley Verschiedenheit des Grundes keine Möglichkeit im allgemeinen etwas zuverlässigeres hierüber zu calculiren.

§. 42.

Es ist noch eine dritte Wirkung des Drucks zu betrachten übrig: das ist die **Durchseigung** (Filtration). Wenn nähmlich das Wasser den Deich weder fortzuschieben, noch umzuwälzen vermögend ist; so könnte es vielleicht wegen Undichtigkeit des Deichs in vielen kleinen Strömchen durch ihn hingehen. Ob das möglich sey oder nicht, das wird von der Feinheit der Erdkörnchen oder Größe ihrer Zwischenräume abhängen. Denn obwohl ähnliche Körper eine gleiche Summe von Zwischenräumen lassen, sie mögen groß oder klein seyn; so ist doch jeder einzelne Zwischenraum größer bey größern Körpern, und das Wasser findet in demselben nicht so viel Anstoß und Widerstand als in den kleinern. Wie klein aber die Zwischenräumchen oder Poren seyn müssen, um das Eindringen des Wassers zu verhindern, das läßt sich wohl nicht gewiß bestimmen. Es ist so viel mir bekannt, keine Erdart vorhanden, welche dem **Eindringen** des Wassers ganz widerstehen könnte. Zum eigentlichen **Durchseigen** scheinen inzwischen nur die sandigen und vegetabilischen Erdarten besonders geschickt, der Thon aber zu fein zu seyn, um eine empfindliche Bewegung des Wassers zuzulassen, besonders wenn die Thonschicht einige

Fuß

Fuß stark oder der Druck nicht sehr groß ist. In der That hängt von diesen drey Stücken, nähmlich von der Weite der Zwischenräume, von der Stärke der Erdschicht und von der Druckhöhe des Wassers die Filtration ab. Die Größe des Drucks läßt sich durch die Gestalt des Profils nicht ändern; die Weite der Zwischenräume auch nicht, doch kann fleißiges Stampfen, Treten und Fahren zur Dichtigkeit vieles beytragen. Hauptsächlich aber muß die Durchseigerung mit der Stärke des Deichs verhütet werden. Denn man kann die Poren mit Röhren mit sehr kleinen Oeffnungen, wie **Haarröhrchen** ansehen, in welchen die Bewegung des Wassers wegen seiner Cohäsion oder Anklebrigkeit vielen Widerstand findet, welcher Widerstand der innern Fläche, oder der Länge der Röhre multiplicirt mit der Peripherie ihrer Oeffnung proportional ist. Wenn also die Wasserhöhe unverändert bleibt, so wächst der Widerstand mit der Länge der Röhre oder mit der Dicke des Deichs, und man kann die Durchseigung durch Verstärkung des Profils so sehr als man will vermindern (obgleich ich fast zweifele, daß sie unter gewissen Umständen ganz vernichtet werden könne). Es kann demnach die gegen Filtration nöthige Stärke des Deichs nicht a priori bestimmt werden. Nur so viel sieht man, daß bey gleichem Druck die gröbern sandigen Erdarten ein stärkeres Profil haben müssen, als feinere Thonerde; auch daß bey gleicher Feinheit der Erde die Filtration der Wasserhöhe oder dem Drucke proportional ist. Woraus denn folgt, daß die triangulâre Gestalt des Profils alle Mahl die zweckmäßigste sey, weil in derselben die Länge der Poren oder Haarröhrchen, folglich der Widerstand in arithmetischer Progression, nähmlich in einerley Verhältniß mit dem Drucke des Wassers zunimmt. Wäre aber die Deichserde von der Beschaffenheit, daß sie durch ihren eignen Druck etwas zusammen sänke, folglich der Deich unterwärts an Dichtigkeit zunähme, so würde die convexe Gestalt zu dem kleinstmöglichsten Profile erforderlich seyn.

Zusatz.

Zusatz. Aus einigen Erfahrungen schließe ich, daß Sanddeiche ganz und gar nicht völlig wasserdicht gemacht werden können, wenigstens nicht innerhalb den Grenzen derjenigen Stärke, die in der Ausübung nur irgend statt finden kann. Es ist daher nicht rathsam die Sanddeiche um der Filtration willen sehr zu verdicken, weil doch der Zweck damit nicht ganz erreicht wird; sondern es ist besser eine kleine verticale triangulare Thonschicht in den Deich anzubringen. Eine Thonschicht von 1 Zoll dick ist gewiß zureichend gegen Filtration wenn der Wasserdruck 1 Fuß ist. Wäre also ein Deich 12 Fuß hoch, so ist ein Triangel von Thon mitten im Deich von 12 Fuß hoch und 1 Fuß Basis zuverläßig gegen die Filtration zureichend. Es ist aber wohl zu bemerken, daß dieser Thon bearbeitet, d. h. zähe und gleichförmig dicht gestampft werden muß, widrigen Falls behält er Adern und Oeffnungen, die das Wasser durchlassen. Wo also diese Bearbeitung im Großen nicht thunlich ist, da muß die Thonschicht stärker genommen werden. Wenn der Grund sandig ist so muß diese Thonschicht sich vor allen Dingen in den Grund erstrecken; weil durch den Grund das Wasser gewöhnlich mehr als durch den Deich quillt. Die Ursache rührt vielleicht nicht sowohl vom größern Drucke als vielmehr aus chemischen Gründen her. Erstlich ist der Grund beständig feucht, der Deich aber meistens trocken, und das Wasser findet in trocknen Röhren mehr Widerstand als in feuchten; Zweytens stehen die Grundwasser alle mit einander und mit Gräben innerhalb des bedeichten Landes, welche das Quellwasser aufnehmen, in Communication; ja es sind nicht selten ordentliche Lagen und Adern vorhanden, welche die Filtration befördern. Am Deiche findet das durchseigende Wasser landwärts einen Widerstand an der Luft, daher formirt es sich in Tropfen, welche durch ihre Cohäsion die Poren einige Zeit verschließen bis sie so groß geworden, den Widerstand mit der Cohäsion zu überwinden. Dieß

sieht man an kleinen gläsernen Röhren die mit Wasser und Queckſilber gefüllt in freyer Luft aufhören zu laufen, ob ſie gleich noch mit einem anſehnlichen Druck von Waſſer und Queckſilber beſchwert ſind. Taucht man ſie aber darauf in dieſe Fluida, alſo das Waſſer mit Waſſer und Queckſilber mit Queckſilber in Berührung kommt, ſo laufen ſie entweder ganz oder doch alle Mahl bis zu einer geringen Höhe leer. Wo demnach der Grund ſandig iſt, da befördern die Gräben die Filtration und den Zulauf des Quellwaſſers. Uebrigens laſſen alle Erdarten das Waſſer mehr oder weniger durch, nachdem ſie ſandig oder thonartig ſind.

§. 43.

Wir kommen nun zur Betrachtung derjenigen Kräfte, welche nur dem **ſtrömenden** Waſſer eigen ſind. Es kann aber der Strom auf zweyerley Art auf einen gegenſtehenden Deich wirken; erſtlich ſtrebt er denſelben wegzuſtoßen; zweytens ſeine äußere Fläche zu zerſtören; jenes iſt ein Druck gegen den ganzen Deich; dieſes eine Verletzung oder Abſtoßung der äußern Böſchung. Jene trifft bloß die **unterliegenden** (§. 11) dieſe auch die **parallelen** Deiche. Die Deiche **über den Strom** ſind aber in Rückſicht auf dieſe Kräfte anzuſehen als wenn ſie gegen ſtilles Waſſer lägen. Der Druck des Stroms gegen eine ſenkrecht widerſtehende Fläche iſt gleich dem Gewicht eines Waſſer-Priſma, deſſen Baſis gleich der widerſtehenden Fläche, und deſſen Höhe $\frac{5}{4}$ derjenigen iſt, welche der Geſchwindigkeit zugehört. (S. Theorie und Gebrauch des hydrometriſchen Flügels §. 45.) Es ſtehe z. B. der Deich dem Strom ſenkrecht entgegen und die Stromhöhe ſey = a; die Geſchwindigkeit = c; die Fallhöhe in 1 Sec. = g; die Schwere des Waſſers = 1; ſo iſt der Druck auf jedes Stück Deichs, deſſen Länge 1 Zoll, Fuß ꝛc. iſt; = dem Gewichte von $\frac{5}{4}$. $\frac{cc}{4g}$. a Cubikzolle

bikzolle oder Cubikfuße Wasser. Der Druck des stillen Wassers ist $= \frac{1}{2}$ aa, beides zusammen ist also $\left(\frac{5cc}{16g} + \frac{1}{2}a\right)$ a. Es hängt nun c alle Mahl von a cb, so daß es bey einem breiten Strome der $\sqrt{a}$ ziemlich nahe proportional ist. Da es aber überdem auch von dem Abfall oder Neigung der Stromfläche abhängt, so läßt sich zwar nicht allgemein bestimmen wie groß c ausfallen könne; inzwischen wird $\frac{5cc}{16g}$ doch selten 1 bis $1\frac{1}{2}$ seyn, wenn a $=$ 12 bis 18 Fuß ist. Es ist demnach der Stoß des Stroms eben so viel als ob stilles Wasser von der Höhe $=$ a noch um $\frac{5}{4}\frac{cc}{4g}$ vor dem Deiche erhöhet würde, welches bey der größten Deichshöhe selten 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuß alsdann betragen wird, wenn der Deich senkrecht in den Stromstrich hervortritt. So viel müßte alsdann der Deich höher und stärker seyn. Aber es hat mit diesem Drucke noch viel weniger zu bedeuten, wenn die Deichslinie eine regelmäßige stetige Linie ist, folglich der Strom nie senkrecht sondern sehr schief darauf stößt; man braucht in diesem Falle gar nicht darauf zu rechnen, daß der Stoß des Stroms etwas erhebliches beytragen könne, den ganzen Deich von der Stelle wegzuschieben.

Viel erheblicher sind aber die äusseren Verletzungen des Deichs, welche durch den Stoß des Stroms und Eises veranlaßt werden. Es besteht aber diese Beschädigung vom Strom darin, daß gegen allerley kleine Unebenheiten der Deichsfläche die Wasserströmlein anstoßen, in wirbelnde und spülende Bewegung gerathen, die Graswurzeln entblößen, viele kleine Vertiefungen machen, die bald in größere Einrisse übergehen. Und dieser Angriff des Stroms ist der Quantität seiner Bewegung oder dem Product aus der Masse in der Geschwindigkeit, oder welches einerley ist, dem Quadrat

der

der Geschwindigkeit proportional. Es sey (fig. 14) ABCD eine Fläche deren Länge AB = a und die Höhe AD = b, welche dem Strom nach der Richtung FG um den Winkel DGF = γ entgegen steht. Wir können uns den Strom zuerst in sehr viele horizontale Schichten getheilt, alle mit einander parallel und von gleicher Geschwindigkeit = c vorstellen, und annehmen, daß die Fläche senkrecht auf den Horizont stehe; so gibt die Erfahrung den Stoß sehr nahe gleich dem Gewicht einer Wassermasse = a.b. cc Sin γ. Wenn aber dieselbe Fläche gegen den Horizont um den Winkel ADG = α geneigt ist, dann ist γ nicht mehr der Anstoßwinkel; sondern es sey dg eine Linie in der Ebene der Fläche ABCD horizontal gezogen und eine andere horizontale Linie ag mache mit jener den Winkel dga = γ; auch sey ad senkrecht auf dg; so ist adg ein rechtwinkliger horizontal liegender Triangel und ad = ag Sin γ. Aus a sey ein Perpendikel ae auf die Fläche ABCD und man ziehe de und eg; so ist eda = ADE = α; und ega ist der Anstoßwinkel dessen Sin ist $= \frac{ae}{ag}$. Es ist aber ae = ad Sin α; und ad = ag. Sin γ folglich ae = ag. Sin γ. Sin α. oder $\frac{ae}{ag}$ = Sin γ. Sin α. = Sin. des Einfallwinkels. Demnach ist der vom Stoße herrührende Druck auf dieselbe Fläche = a. b. cc. Sin γ. Sin α; worin a, b und c alle Mahl gegebene Größen sind, daß also nur die Winkel von unsrer Willkühr abhangen. Die **positive** Festigkeit der Fläche, wenn sie ein grüner Rasen ist, verhält sich nach dem vorhergehenden wie Cof α; die **relative** verhält sich umgekehrt wie der Stoß des Stroms. Also drückt $\frac{\text{Cof } \alpha}{\text{Sin } \alpha \text{ Sin } \gamma} = \frac{\text{Cot } \alpha}{\text{Sin } \gamma}$ die Stärke der Dossirung aus. Es erhellt hieraus, daß es in unserm Vermögen ist, der Dossirung jede beliebige

Stärke

Stärke zu geben, weil Cot α über alle Grenzen wachsen kann. Obwohl nun dieses auch seine völlige Richtigkeit hat; also daß ein horizontaler Rasen von einem Strome, der in horizontalen Schichten darüber hinfließt, unmöglich verletzt werden kann, so ist doch zu bemerken, daß die Hypothese von der horizontalen Richtung des Stroms nie völlig eintrifft. Die Stromschichten sind alle Mahl etwas unter dem Horizont geneigt; und wenn das Bette völlig horizontal wäre, so müßte es nothwendig desto mehr angegriffen werden, je größer derselbe Abfall oder die Neigung des Stroms ist. Aus diesem Grunde ist also ein horizontaler Rasen nicht unverletzbar oder unendlich stark gegen den Stoß des Stroms. Ueberdem hat auch noch der Strom eine abnagende Kraft, welche in dem Druck, Geschwindigkeit und Anklebrigkeit der Wassertheilchen ihren Grund hat. Wenn wir uns inzwischen auch vorstellen, daß es mathematisch möglich sey, dem Rasen eine unendliche Stärke zu geben; so wird es doch moralisch unmöglich seyn, weil eine unendliche Kostensumme dazu erforderlich wäre. Denn es sey die Deichshöhe = a; so ist die Basis der äusseren Dossirung = a Cot α; und der Inhalt des Profils = $\frac{1}{2}$ a a Cot α; woraus erhellt daß die Kosten in eben der Verhältniß wachsen, worin die Stärke wächst. Wenn es also nicht zweckmäßig ist α sehr klein zu nehmen, indem dadurch die erste Ausgabe sehr vergrößert wird; so muß um so mehr darauf Bedacht genommen werden, daß γ nur klein werde; denn damit wird der Deich stärker ohne daß die Kosten größer werden. Es wird aber γ desto kleiner je näher die Deichslinie der parallelen Lage kömmt und nicht unterm Strom liegt; auch je sanfter und allmählicher dieselbe gebogen und nicht aus Ecken und Winkeln zusammen gestückt ist.

Da im übrigen die Erfahrung lehrt, daß die lebhaften Ströme auf der festen Erdfläche nahe am Grunde fast eben so geschwind fließen als in der Oberfläche, so

kann

kann die Hypothese, daß alle Stromschichten mit gleicher Geschwindigkeit sich bewegen wohl beybehalten werden; und in diesem Falle ist der Angriff des Stroms in allen Theilen der Dossirung gleich groß; daher ist keine Ursache vorhanden warum die Dossirung an einer Stelle stärker als an der andern seyn sollte. Demnach ist die gerade Linie die zweckdienlichste, weil bey derselben $\frac{\text{Cot}\,\alpha}{\text{Sin}\,\gamma}$ eine beständige oder die Stärke gleichförmig vertheilt ist.

§. 44.

Was nun noch den Stoß des Eises betrifft, so ist derselbe alle Mahl mit Beschädigungen des Rasens verknüpft. Denn die Eisschollen drücken nicht bloß, sondern sie schneiden und stechen gleichsam den Rasen entzwey. Es ist daher ihre absolute angreifende Kraft unbestimmter; doch muß sie unter sonst gleichen Umständen der Masse und der Geschwindigkeit proportional seyn, wie auch mit dem Sinus des Anstoßwinkels in Verhältniß stehen. Wenn also eine Eisscholle deren Masse $= P$, Geschwindigkeit $= c$ unter dem Winkel $= \gamma$ auf den Deich stößt, so übt sie in jedem Augenblick einen Druck darauf aus, welchem $P\,c\,\text{Sin}\,\gamma$ proportional ist, dessen positive Größe aber von dem Widerstand der Dossirung und von der Figur der Schollen abhängt und im allgemeinen wohl nicht zu bestimmen ist. Es ist aber dieser momentane Druck zu unterscheiden von der Summe des anhaltenden Drucks nach Verlauf einer bestimmten Zeit; dieser ist nicht der simplen Geschwindigkeit sondern deren Quadrat proportional. Es kann nähmlich der Widerstand des Deichs als eine beständige Kraft angesehen werden, welche der Eisscholle ihre Geschwindigkeit, indem sie in den Deich dringt, nach und nach raubt. Diese Abnahme wird, wenn die Kraft beständig oder die Deichserde in allen Theilen gleich fest ist, gleichförmig seyn. In der Mechanik wird aber erwiesen, daß die Wege

solcher Körper, welche mit gleichförmig abnehmender oder zunehmender Geschwindigkeit sich bewegen, den Quadraten der anfänglichen oder endlichen Geschwindigkeiten proportional sind. Diese Wege sind nun bey Eisschollen nichts anders als die Eindrücke oder Einschnitte, welche sie in den Deich machen. Die Tiefen der Löcher, welche von Eisschollen in den Deich gestoßen werden, sind also, wenn alles übrige gleich ist, dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional. Man mag nun auf den momentanen oder auf den gänzlichen Druck der Eisschollen als Bestimmungsgrund zur Gestalt des Profils rechnen, so ist alle Mahl die Festigkeit des Deichs gegen den Stoß der Eisschollen eben so wie gegen den Strom nach der Verhältniß $\frac{\text{Cot}\,\alpha}{\text{Sin}\,\gamma}$ zu schätzen. Da aber die Eisschollen immer in der Oberfläche des Stroms treiben, und mit derselben ungefähr einerley Geschwindigkeit haben; und da ferner diese Geschwindigkeit mit der Höhe des Wassers zunimmt: so folgt, daß die positive Stärke der Dossirung oberhalb gegen den Kamm des Deichs zunehmen müsse, wenn die relative gleichförmig vertheilt seyn soll. Da nun der Winkel γ keinen Einfluß auf die Gestalt des Profils hat, so muß Cot α gegen den Kamm des Deichs zunehmen. Das Gesetz dieser Zunahme hängt von der Zunahme der Geschwindigkeit ab. Und diese kann man wenn die Entfernung der Deiche in Vergleichung ihrer Höhe, oder die Breite des Stroms in Vergleichung der Tiefe, sehr groß ist der $\sqrt{h}$ d. i. der Quadratwurzel aus der Höhe des Stroms proportional setzen. (S. 1 B. IV. St. §. 58–62. pag. 172.) Es sey demnach (fig. 15) BC die Curve der Dossirung; und die rechtwinkligen Coordinaten $CD = x$; $DM = y$; MT die Tangente in M; so ist $\frac{dx}{dy} = \frac{x + CT}{y} = \text{Cot}\,\alpha$. Die Geschwindigkeit des Stroms ist der $\sqrt{y}$ proportional; also muß wenn auf den momentanen Stoß gesehen wird

dx

$\frac{dx}{dy} : \sqrt{y} = m =$ einer beständigen Größe seyn. Folglich $dx = m y^{\frac{1}{2}} . dy$ und $x = \frac{2}{3} m y^{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3} m \sqrt{y^3}$ oder $y^3 = \frac{9}{4} \frac{xx}{mm}$ seyn; welches die Gleichung für die Curve BC eine Art paraboliſcher Linie iſt. Würde auch nach dem gänzlichen Stoße oder dem Quadrate der Geſchwindigkeit gerechnet (welches jedoch meiner Meinung nach hier nicht eigentlich ſtatt findet) ſo müßte $\frac{dx}{dy} : y = m$ geſetzt werden. Das gibt $dx = m y dy$; welches die Gleichung für die gemeine Parabel und von der vorigen in der That nicht ſehr verſchieden iſt.

Obwohl es nun allerdings ſeine Richtigkeit hat, daß in Rückſicht auf den Stoß des Eiſes eine Curve wie die eben gedachte zweckmäßig iſt, indem man mittelſt derſelben dem Deiche oberhalb eine viel größere Stärke geben kann ohne das Profil ſo ſehr zu vergrößern als bey der geraden Linie möglich iſt; ſo muß man doch geſtehen, daß überhaupt der Raſen, wie flach er auch immer ſeyn mag, nicht Feſtigkeit genug hat, mit dem Eiſe zu kämpfen. Es ſcheint demnach daß man nicht ſo ſehr bey dem Profil als vielmehr bey der Situation auf den Eisſtoß zu rechnen, und die Lage wenn es möglich ſo einrichten müſſe, daß der Deich auſſerhalb dem geraden Stromſtrich, welchen das Eis gern verfolgt, zu ſtehen komme. Wenn der Wind lebhaft weht, ſo folgt das Eis auch dem Windſtrich; aber die Geſchwindigkeit, welche es vom Windſtoße erhält, iſt nie ſo groß und gefährlich als diejenige, welche ihm der Waſſerſtrom ertheilt.

Zuſatz. Beide in dieſem und in dem vorigen 43 §. betrachtete Kräfte ſind hauptſächlich gegen **Flußdeiche** gerichtet. Unmittelbar längs den **Seedeichen** iſt faſt nie erheblicher Strom anzutreffen. Auch pflegt ſich das

Eis bey stürmischen Seewinden, welche vor Seedeichen hohes Wasser machen, und welche alle Mahl mit weicher Witterung begleitet sind, bald zu verlieren. Zuweilen trifft es jedoch, daß selbst im Sturm einzelne schwere Eisschollen von dem vergangnen Froste noch übrig bleiben und vom Winde gegen die Seedeiche geführt werden, die alsdann durch den Wellenschlag bewegt sehr großen Schaden stiften können. — Die Flußdeiche haben hingegen fast immer mit den hohen Fluthen und dem Eise zugleich zu kämpfen. Denn während dem Frostwetter gefriert aller Niederschlag, und Quellen, Bäche, Teiche und kleine Ströme werden ganz zu Else. Bey einfallendem Thauwetter, besonders wenn es mit Regen begleitet ist, eilt nun alles Schnee- Regen- und Quellwasser von mehrern Wochen und Monathen auf Ein Mahl den großen Flüssen zu, wodurch denn die hohen Anschwellungen mit dem Eisgange gewöhnlich vergesellschaftet werden. (Beyläufig: die Ströme sind oft schon hoch angeschwellet, wenn das Eis, welches bey sehr niedriger Stromfläche mit dem Grunde zusammen gefroren ist, zum Theil noch fest sitzt, und erst nach vorgängiger Erweichung des Grundes endlich empor steigt; ist das auch vielleicht das **Grundeis** wovon Herr **Silberschlag** (Hydrot. §. 718 ꝛc.) glaubt, daß es unmittelbar am Grunde **unter Wasser** erzeugt werde?) Es scheint, daß die Flußdeiche gegen den Eisgang am besten geschützt werden könnten durch zwey bis drey Reihen hochstämmiger Bäume auf dem Vorlande. Vor Seedeichen findet größten Theils dergleichen Plantation von Bäumen wegen Salzigkeit des Meerwassers nicht statt, indem sie nach einem Paar Meersfluthen verwelken und ausgehen.

§. 45.

Weil zur besten Gestalt in Absicht auf den Stoß des Stroms und Eises erforderlich ist, daß $\frac{\text{Cot}\,\alpha}{\text{Sin}\,\gamma}$ für den

den ganzen Deich eine beständige Größe sey, so erhellt daraus, wie bey gegebener Situation die Schräge der Dossirung zu reguliren sey, wenn nur für eine bestimmte Lage der Winkel α und γ bestimmt sind, welches aber bloß durch Erfahrung geschehen kann. Wenn der Deich auch gar nicht von Strom und Eis getroffen wird, so muß Cot α doch wenigstens $= 1\frac{1}{2}$ oder $\alpha = 32\frac{3}{4}$ Gr. seyn (§. 26); das wäre also die mindeste Schräge gegen stehendes Wasser oder für Deiche über dem Strom. Parallele Deiche sind nicht frey vom Stoße des Stroms; und obgleich bey ihnen $\gamma = 0$ ist, so wird dennoch der Erfahrung gemäß für parallele Deiche Cot $\alpha = 2\frac{1}{1}$ oder $\alpha = 21\frac{4}{5}$ Gr. wenigstens zu nehmen seyn, wenn bey mittelmäßiger Deichserde und mit mäßiger Entfernung vom Ufer der Rasen gegen äußere Verletzungen des Stroms gesichert seyn soll. Um diese Ungereimtheit zu erklären müssen wir uns vorstellen, daß außer dem erwähnten schiefen Stoß, welcher mit γ nothwendig verschwinden muß, der Strom noch einen Angriff auf den Deich hat, welcher darin besteht, daß er gegen alle Rauhigkeiten und Unebenheiten der Fläche anstößt, wodurch viele kleine horizontale Wirbel und Wellen veranlaßt werden, welche den Rasen ausspülen, und deren Wirkungen dem Sin α proportional können gesetzt werden. — Was den schiefen Stoß betrifft, so kann man, dünkt mich, wohl annehmen, daß wenn ein Deich auch senkrecht gegen den Strom liegt und die Dossirung 1 : 6 hat, er dann bey der Geschwindigkeit, welche die Ströme in ihrer höchsten Anschwellung haben, aushalten werde. Wenn also für Sin $\gamma = 0$; Cot $\alpha = 2\frac{1}{2}$; und für Sin $\gamma = 1$; Cot $\alpha = 6$; so muß $\frac{\text{Cot } \alpha}{\text{Sin } \gamma} = 3\frac{1}{2}$ gesetzt werden. Und wenn der Neigungs- oder Dossirungswinkel, der bisher mit α ist bezeichnet worden, nunmehr $= \delta$ gesetzt wird, so ist Cot $\delta = 2\frac{1}{2}$ $+$ $3\frac{1}{2}$ Sin γ für Deiche unter dem Strom. Für parallele Deiche ist Cot $\delta = 2\frac{1}{2}$. Für Deiche über den

Strom endlich kann $\mathrm{Cot}\,\delta = 1\frac{1}{2}$ als die kleinste Dossirung die gegen steiles Wasser möglich ist gesetzt werden. Es ist aber diese Unterscheidung der Deiche, die von der Lage gegen den Strom hergenommen wird, nur für Flußdeiche von Erheblichkeit, und hauptsächlich für solche Flußdeiche, die nicht nach einer stetigen complexen Linie, sondern vielmehr unter allerley Ecken und Linien zusammen gestückt sind. Für die tangirende, serpentirende und complexe Deichslinie (§. 11) kann wohl $\gamma = 0$ gesetzt werden, wenn anders der Deich die gehörige Distanz vom Ufer hat, daß also $\mathrm{Cot}\,\delta = 2\frac{1}{2}$ oder die Höhe der Dossirung zur Basis $= 1 : 2\frac{1}{2}$ für den ganzen Deich in Rücksicht auf den Stoß des Stroms wohl bestehen könnte, wenn nähmlich die Deichserde gut, und die Deichshöhe über das Land mittelmäßig und nicht über 10 bis 12 Fuß ist. Denn es ist zu merken, daß wenn gleich Stoß und Spülung des Stroms an einem und demselben Deich unten und oben für gleich zu achten sind, so sind sie doch bey Deichen von verschiedner Höhe verschieden und dem Quadrat der Geschwindigkeit $(\sqrt{a})^2$ proportional, wenn a die Deichshöhe über das Land bedeutet; also ist $10 : \sqrt{a} = 2\frac{1}{2} : \mathrm{Cot}\,\delta$; oder $\mathrm{Cot}\,\delta = 2\frac{1}{2}.\frac{a}{10}$ für einen Deich, dessen Höhe $= a$ und größer als 10 Fuß ist.

Was ferner noch den Eisstoß betrifft, so haben wir gesehen, daß es unmöglich sey, die Dossirung von Rasen so einzurichten, daß sie von den scharfen Ecken der Eisschollen nicht zerschnitten würde; daß es am besten sey, durch eine Baumpflanzung das Eis abzuhalten. Wäre irgend wo eine besondere Deichsecke mit dem Eise zu kämpfen bestimmt, so könnte man auch statt des Rasen eine Dossirung von Felssteinen wählen oder Eisbrecher vorrichten.

§. 45.

§. 46.

Wenn nun auch endlich alles so eingerichtet ist, daß die Dossirung gegen den Stoß des Stroms und Eises zweckmäßig stark zu achten wäre; so könnte doch durch einen Zufall sich leicht ereignen, daß irgend eine schwache Stelle angetroffen und vom Strom ausgespült, oder von einer Eisscholle, einem schwimmenden Stück Holzes ꝛc. ein Loch in den Rasen gemacht würde. Die Wahrscheinlichkeit daß dieß oben gegen den Kamm geschehen werde ist fast größer als daß es am Fuße des Deichs geschehe; weil der Stoß des Stroms allenthalben gleich, der Stoß und Spülung schwimmender Sachen aber mit der Höhe zunimmt. Wie dem auch sey, so sind wir durch diesen Umstand genöthiget die bisherige triangulare Gestalt des Profils zu verlassen, und die trapezförmige (fig. 16) als die zweckmäßige und sicherste zu wählen, wodurch der Deich oberhalb mehr Masse bekommt. Die Breite der Oberfläche oder des Kamms, BC, könnte, wie es scheint, bey Flußdeichen wohl für eine Function der Höhe des Deichs über das Land angenommen oder derselben Höhe proportional gesetzt werden. Denn es sey diese Höhe $= a$, so ist die Geschwindigkeit des Stroms der $\sqrt{a}$; die Löcher welche durch Strom und Eis gemacht werden sind aber dem Quadrate der Geschwindigkeit $= a$ proportional zu achten, insonderheit bey solchen Fällen, wo bey der äussern Dossirung nicht auf diese Stärke des Stroms, welche von der Höhe des Deichs über das Land abhängt, Rücksicht genommen wird, welches wie wir angenommen haben, bis zur Höhe von 10 Fuß um deßwillen nicht nöthig ist, weil die äussere Dossirung nicht kleiner als $2\frac{1}{2}$ seyn darf.

Mich dünkt es der Erfahrung nicht zuwider zu seyn, daß mit mittelmäßiger Deichserde die Kammbreite $= \frac{1}{2}a$ bis $\frac{3}{5}a$; oder $BC = \frac{1}{2}BE$ bey Flußdeichen könne genommen werden, die nicht über 10 Fuß hoch sind. Demnach wäre die Basis AD für das kleinste Profil eines

Flußdeiches, der 10 Fuß und darunter hoch und von regelmäßiger Situation; = AE ✝ EF ✝ FD = $1\frac{1}{2}$ a ✝ $\frac{3}{5}$ a ✝ $2\frac{1}{2}$ a = $4\frac{3}{5}$ a. Wenn aber a > 10 Fuß; so müßte für die Basis der äussern Dossirung a Cot δ = $\frac{2\frac{1}{2}\,a}{10}$ a (§. 45) = $\frac{1}{4}$ aa und in diesem Falle kann für die Kammbreite eine beständige Größe z. B. 7 oder 8 Fuß gesetzt werden. Denn wo Kraft und Widerstand in beständiger Verhältniß stehen, da scheint die Gefahr oder Größe der Beschädigung auch eine beständige Größe zu seyn, oder wo die Stärke der äusseren Dossirung eine Function von der Deichshöhe ist, da braucht es nicht zugleich auch der Kamm zu seyn. Also ist die Basis für Deiche welche 10 Fuß und darüber über das Land hoch, = $\frac{1}{4}$ a a ✝ $1\frac{1}{2}$ a ✝ K = (1$\frac{3}{4}$ ✝ a) a ✝ K wo denn K die Kammbreite bezeichnet. Diese Formel für die Basis müßte in der That von dem niedrigsten Deich bis zum höchsten gelten, wenn die äussere Dossirung bloß von den angreifenden Kräften des Stroms und nicht zugleich von der physicalischen Beschaffenheit der Erdtheile abhinge, wodurch man genöthiget ist, bey der Abnahme der äussern Dossirung oder bey Vergrößerung des Dossirungswinkels CDF auf einer gewissen Grenze stehen zu bleiben. Da auch die Theorie nicht eigentlich auf die Nothwendigkeit eines Kamms, sondern lediglich auf die Stärke der äussern Dossirung als die wahre Stärke des Deichs und übrigens auf die triangulare Gestalt führt; so braucht auch der Kamm nicht als das wesentlichste Stück eines Deichs betrachtet zu werden, wie es gewöhnlich geschieht, und wie ich es selbst gethan habe (1 B. Deichswirthsch. §. 11). Es scheint vielmehr schicklicher und der Sache angemessener zu seyn, den Triangel CGD als eigentlichen Deichskörper, hingegen das Kammstück BCgA als eine Rückstärkung oder Zugabe, um mehrerer Sicherheit oder Bequemlichkeit willen angehängt, zu betrachten. Wenn wir demnach die kleinste Dossirung oder den größten

Dossi-

Dossirungswinkel CDF, welcher ein fester Rasen der vom Strom bespült wird $= \alpha$ und die größte dazu gehörige Deichshöhe FC = a setzen; wenn ferner die Höhe irgend eines größern Flußdeiches = FH = a + b, endlich die Kammbreite allgemein = K gesetzt wird: so haben wir folgende Proportion $aa : (a + b)^2 = a \cot \alpha$ (=FD): FL; folglich $FL = \frac{(a + b)^2 \cot \alpha}{a}$. Wenn a: a + b = 2:3 so ist FD: FL = 4:9. Also ist ganz allgemein die Basis eines jeden Flußdeiches $\frac{(a + b)^2}{a}$ $\cot \alpha + 1\frac{1}{2}(a + b) + K$. Der Inhalt des Profils ist $\frac{1}{2} \operatorname{Cot} \alpha (a + b)^3 + \frac{3}{4} (a + b)^2 + K (a + b)$. Für Deiche die niedriger sind als der größte Werth von a, wird b = o; und nicht negativ; dann ist die Basis $a \operatorname{Cot} \alpha + 1\frac{1}{2} a + K$. Der Inhalt $\frac{1}{2} aa \operatorname{Cot} \alpha + \frac{3}{4} aa + aK$ da alsdann a alle Werthe die unter der erstgedachten größten zu α gehörigen Höhe bedeuten kann. Für Deiche, die höher sind als der größte Werth von a, wachsen also die Kosten der äussern Dossirung in cubischer Verhältniß der Höhen, für niedrige Deiche in quadratischer Verhältniß derselben.

§. 47.

Es ist bisher immer voraus gesetzt worden, daß der Strom in allen horizontalen Schichten gleiche Geschwindigkeit habe, und darauf gründet sich die geradlinige Gestalt der äussern Dossirung. Wenn diese Voraussetzung nun auf einem horizontalen Boden oder in der Verticale ML vielleicht zutrifft, so könnte man doch wohl zweifeln ob sie auf der geneigten Fläche HL oder in der Verticale Np noch gelte. Wie dem auch sey, so ist wenigstens so viel gewiß, daß die mittlere Geschwindigkeit in der Verticale ML größer als in Np gewöhnlich befunden wird. Und wenn aus dieser Geschwindigkeit ohne Zweifel einiger Angriff auf den Deich entsteht, so ist

klar, daß selbige größer gegen den Fuß als gegen den Kamm seyn werde. Also müßte die hierauf sich beziehende Stärke der Dossirung vom Fuß gegen den Kamm allmählich abnehmen; folglich die Dossirungslinie eine krumme concave Linie werden. Das scheint auch der Erfahrung gemäß zu seyn, weil die Böschung der Ufer längs den Strömen der Regel nach concav befunden wird. Hieraus folgt, daß es für die Böschung eines Flußdeichs, wenn man von der geraden Linie abweichen wollte, in Rücksicht des Stroms zweckmäßiger sey, sie etwas concav, wie HpL, als conver zu machen; weil letztern Falls der Strom an der Convexität mehr Widerstand finden, und den Deich unterhalb eher beschädigen würde. Die gerade Linie mit der obern Deichsecke convex und der untern concav abgerundet scheint inzwischen in den mehrsten Fällen den Vorzug zu verdienen.

§. 48.

Wir kommen nun auf diejenigen unregelmäßigen Bewegungen des Wassers, welche durch Wind, wenn er auf die Oberfläche des Wassers stößt, veranlaßt werden, und welche oft die fürchterlichsten von allen sind. Es findet aber diese Wellenbewegung nur auf breiten und tiefen Gewässern zur Zeit der Sturmwinde statt, und ist daher der eigentliche Feind der **Seedeiche**, den wir also in Absicht auf diese Deiche eben wie im vorhergehenden den Strom gegen Flußdeiche zu betrachten haben. Die Größe der Wellen hängt von der Wassertiefe nach **Brahms** Angabe (a. a. O. §. 71), die ich einstweilig für wahrscheinlich annehmen will, so ab, daß die Höhe der Wellen der Quadratwurzel aus der Tiefe proportional gesetzt werden kann.

I. Wenn also ABC (fig. 15) der Deich; BC die Curve der äussern Fläche; $CD = x$; $DM = y$; $CM = s$ gesetzt wird: so ist die Wellenhöhe der $\sqrt{y}$ proportional; und ds ein Element der Curve, wogegen

ein

ein Wasserstrahl nach der Richtung NM anstößt, dessen Masse wir uns der Wellenbreite, oder weil in ähnlichen Profilen die Breiten sich wie die Höhen verhalten, der $\sqrt{y}$ proportional vorstellen können. Die Geschwindigkeit der Wellen ist, wie aus der Lehre von der Oscillation des Wassers in Röhren geschlossen wird, der Quadratwurzel aus ihrer Breite proportional. Wenn aber größere und kleinere Wellen einander ähnlich sind, so verhalten sich ihre senkrechten Höhen wie die Breiten; also sind die Geschwindigkeit wie $\sqrt{\sqrt{y}} = \sqrt[4]{y}$. Das Quadrat dieser Geschwindigkeit ist $= \sqrt{y}$. Der Sinus des Anstoßwinkels $NMT = MTD$ ist $= \frac{dy}{ds}$; so ist der Stoß senkrecht auf die Fläche wie $\sqrt{y}. \sqrt{y} : \frac{dy}{ds} = y \frac{dy}{ds}$. Die Stärke des Rasens ist $\text{Cos } MTD = \frac{dx}{ds}$ proportional. Also ist für die gleichförmige Stärke des Deichs $y \frac{dy}{ds} = m \frac{dx}{ds}$, wo denn m irgend eine beständige Zahl bedeutet. Demnach ist $m\,dx = y\,dy$ oder $m = y \frac{dy}{dx} = y \text{ Cot } TMD$. Und $2mx = yy$. Folglich wäre die Dossirung eine apollonianische Parabel mit der Scheitel unterwärts gekehrt; ich habe das Element der Fläche ds welches vom Stral der Welle getroffen nicht in Rechnung gebracht, weil so wohl der Druck als der Widerstand mit der Größe des Elements in einerley Verhältniß wachsen, als worauf es hier bloß ankommt. Dahingegen habe ich die Länge des Strals, das ist die Breite der Welle, wovon die Quantität der Masse abzuhangen scheint, durch den Ausdruck $\sqrt{y}$ mit in Betracht gezogen. Inzwischen muß ich aufrichtigst gestehen, daß ich hierüber zweifelhaft, und fast geneigter bin dafür zu halten, daß die Quantität der Masse, so weit sie hier in Betracht kommt, schon in dem Quadrat der Geschwin-

digkeit

digkeit enthalten sey. Alsdann hätten wir $\sqrt{y}\,\frac{dy}{ds} = m\,\frac{dx}{ds}$. Und $\frac{3}{2}mx = y^{\frac{3}{2}}$ als die gesuchte Gleichung für die Curve, welche also der Parabel nahe verwandt ist.

Es sind aber freylich diese Voraussetzungen weder gewiß noch überhaupt die Wellenbewegung kaum so regelmäßig, daß mit einiger Ueberzeugung man hiebey sich beruhigen könne. Es ist zwar wohl nicht daran zu zweifeln, daß die Masse und Geschwindigkeit der Wellen irgend eine Function von y sey, aber ob $y^{\frac{1}{2}}$ oder y^n oder vielleicht gar irgend ein veränderlicher Exponent von y gesetzt werden müsse, das scheint mir nicht so gewiß zu seyn. Eben so berechnet man den schiefen Stoß flüssiger Massen gewöhnlich nicht nach dem simplen Sin des Anstoßwinkels, wie ich der Erfahrung gemäß hier gethan habe, sondern nach desselben Quadrat. Dieß letztere will ich doch um die Sache von allen Seiten zu betrachten, hier auch noch thun.

II. Um erstlich zu sehen, ob es einige Aenderung in der Natur der Curve mache, wenn bloß der Exponent geändert wird; so sey $\frac{dx}{ds} : y^n \frac{dy}{ds} = m$; oder $\frac{dx}{ds} = m y^n \frac{dy}{ds}$; dann ist $x = \frac{m}{n+1}\, y^{n+1}$ eine Gleichung für eine Curve die alle Mahl zu dem paraboliſchen Geschlecht gezählt werden kann.

III. Um nun ferner zu sehen was aus der Curve wird, wenn statt des simplen Sin des Einfallswinkels mit Sin^2 gerechnet wird; so ist für diesen Fall $\frac{dx}{ds} = m y^n \frac{dy^2}{ds^2}$; oder $dx = m y^n \frac{dydy}{\sqrt{(dxdx + dy^2)}}$

oder

oder $\frac{dx.\sqrt{(dxdx + dydy)}}{dydy} = my^n$. Das gibt $\frac{dx^4}{dy^4} + \frac{dx^2}{dy^2} = m^2y^{2n}$ und durch Addition $\frac{1}{4}$ und Ziehung der $\sqrt{}$ erhält man $\frac{dxdx}{dydy} + \frac{1}{2} = \sqrt{(mmy^{2n} + \frac{1}{4})}$ oder $dx = \sqrt{[\sqrt{(mmy^{2n} + \frac{1}{4})} - \frac{1}{2}]}\, dy$. Um nun zuerst den wahrscheinlichsten Fall zu nehmen, so sey $n = \frac{1}{2}$; und $\sqrt{(mmy + \frac{1}{4})} - \frac{1}{2} = Z$; so ist $y = \frac{(Z + \frac{1}{2})^2 - \frac{1}{4}}{mm}$; $dy = \frac{(2Z + 1)\, dZ}{mm}$

also ist $dx = \frac{2Z^{\frac{3}{2}}\, dZ + Z^{\frac{1}{2}}\, dZ}{mm}$. Und daraus wird

$x = \frac{4}{5\,mm} Z^{\frac{5}{2}} + \frac{2}{3\,mm} Z^{\frac{3}{2}} +$ Const. Es muß nun Const so genommen werden, daß x mit y verschwindet. Setzen wir daher in den Werth von $Z = \sqrt{(mmy + \frac{1}{4})} - \frac{1}{2}$; $y = 0$; so wird $Z = \sqrt{\frac{1}{4}} - \frac{1}{2} = 0$. Folglich muß auch Z mit x zugleich verschwinden; also wird Constans $= 0$. Auch die Curven, welche durch eine Gleichung wie die gegenwärtige, in welcher der Exponent der einen veränderlichen Größe in dem folgenden Gliede um eins abnimmt, werden von den Mathematikern zum Geschlechte der Parabeln gezählt. Wollte man für n nun noch andere Werthe 1, 2 u. s. w. setzen, so käme man freylich auf andere Arten von Linien z. B. auf logarithmische oder hyperbolische Curven, wovon das 9te St. der Bücher-Anz. dieses Bandes ein Beyspiel enthält; ich achte aber für unnöthig und zu mühsam, dieß Mahl hierin weiter zu gehen, weil die Gleichungen zu verwickelt und unbrauchbar für die Practik werden. Es ist aus dem bisherigen so viel ganz gewiß, daß die convexe Gestalt der äussern Dossirung bey Seedeichen die zweckmäßigste sey, dahin vereinigen sich alle Resultate, wie verschieden sie auch sonst ausfallen mögen. Auch ist

wohl

wohl noch am wahrscheinlichsten, daß die paraboliſche Linie in Rückſicht auf die Theorie den Vorzug verdiene, indeß getraue ich mir nicht dieß für gewiß zu behaupten. Die hyperboliſchen ſcheinen in der Ausübung einigen Vorzug zu haben, weil ſie nach Verſchiedenheit der Umſtände mehr Wahl zulaſſen, oder mehr beſtändige Größen haben, die wir nach Willkühr beſtimmen können; ich will die gegenwärtige fernere Unterſuchung auf die apollonianiſchen Parabeln und Hyperbeln einſchränken, weil ſie die leichteſten und bequemſten für die Ausübung, auch in allen Fällen zureichend ſind. Damit aber Niemand ſich hierüber irrige Begriffe mache, oder glaube daß wenn eine Deichsdoſſirung nicht genau dieſelbe Curve habe, welche ſie nach einer richtigen Theorie haben müßte, alsdann auch nicht für genugſam ſtark zu achten ſey; ſo iſt noch zu bemerken, daß die **genugſame** Stärke eben nicht von der Natur der Linie abhänge; ſondern daß man bey jeder Linie inſonderheit bey der geraden den Deich hinlänglich ſtark machen könne. Aber die **zweckmäßige** Stärke hängt ſchlechterdings von der Wahl der Linie ab; und es iſt in jedem Fall nur eine einzige Linie möglich, welche bey gleicher Stärke das kleinſte Beſteck gibt; oder unter mehrern Linien die eine genugſame und gleiche Stärke haben iſt Eine, die das kleinſte Profil gibt, und dieſe iſt es, die man ſucht. Wenn es alſo auch Jemanden gelingen ſollte, eine Linie auszufinden, von der man überzeugt ſeyn könnte, daß ſie auf ganz unverwerfliche Theorie gegründet wäre, ſo hat derſelbe doch wenigſtens zu unterſuchen, ob die dadurch bewirkte Erſparung auch erheblich genug ſey, gegen die mit derſelben Linie vielleicht verbundenen theoretiſchen und hauptſächlich practiſchen Beſchwerlichkeiten. Wer dieß thut, wird oft finden, daß der Unterſchied der Curven, und die Vortheile der einen vor der andern manches Mahl ſo groß nicht ſind, als die Rechnung erwarten ließ.

§. 49.

§. 49.

Wenn wir also einen Deich nach paraboliſchem Profil aufführen ſollen, ſo müſſen wir folgende data haben: 1) die Höhe des Deichs über dem Horizont des Landes; 2) die größte Stärke, oder diejenige Verhältniß der Doſſirung, welche er oben zunächſt am Kamm haben muß. Ueberdem könnte 3) entweder die Baſis der Doſſirung noch gegeben oder auch die kleinſte Stärke, welche ein guter Raſen zuläßt, vorgeſchrieben ſeyn; in beiden Fällen aber kann alsdann die äuſſere Doſſirungslinie keine vollſtändige halbe Parabel wie ſie der vorige Calcül gibt, ſondern nur irgend ein Stück des paraboliſchen Bogens werden. Da es nun aber alle Mahl eine gewiſſe Grenze der Schräge gibt, welche nicht überſchritten werden darf, wenn der grüne Raſen, dicht, eben und gegen Abtreten des Viehes und äuſſere Verletzungen oder Spülungen nahe am Grunde gut beſtehen ſoll; ſo muß die kleinſte Schräge alle Mahl als gegeben angeſehen, folglich die Linie, welche wir durch den Calcül erhalten, corrigirt werden. Dieſes iſt aber nicht etwa bloß der Parabel ſondern jeder andern Linie, die gefunden werden kann, nothwendig eigen. Denn da die Stärke des Wellenſchlages als eine Function von der Waſſertiefe anzuſehen iſt, ſo muß ſie nach der Theorie unmittelbar am Grunde verſchwinden; folglich der Deich daſelbſt ganz ſteil werden. In der Natur iſt dieß aber nicht ganz ſo; die Wellen greifen nicht eben gerade in der Oberfläche des Waſſers nur den Deich an, ſondern alle Mahl einige Fuß oberhalb und unterhalb derſelben. Wenn daher das Waſſer ſchon einige Fuß über den Fuß der Doſſirung erhaben iſt, ſo erſtreckt ſich die Wirkung der Wellen dennoch unterwärts bis an den Fuß. Demnach iſt dieſer Umſtand ſo anzuſehen, als wenn die Zwerchachſe der Parabel einige Fuß unter dem Horizont des Landes läge. Wie viel, das hängt von der kleinſten Stärke der Doſſirung, die unmittelbar am Fuße nöthig iſt, ab. Und dieſe kleinſte

Schräge

Schräge der äussern Dossirung nahe am Grunde können wir mit guter Zuverlässigkeit für alle grünen Seedeiche $= 2\frac{1}{2} : 1$ setzen. Also daß die Curve der Dossirung unmittelbar am Grunde einen Winkel mit dem Horizont einschließt, dessen Tangente $= \frac{1}{2\frac{1}{2}} = 0{,}4$; oder dessen Cot. $= 2\frac{1}{2}$ ist. Dieser Winkel $= 21\frac{4}{5}$ Gr. ist also alle Mahl gegeben, weil er unveränderlich ist und für alle grünen Seedeiche gilt. Hingegen ist die größte Schräge oder derjenige Winkel, welchen die Curve mit der horizontalen Kammfläche des Deichs macht, für verschiedene Oerter verschieden, indem er von der Lage des Deichs abhängt, als wovon auch die Höhe desselben abhängig ist. Inzwischen können diese beiden data für jeden Ort als bekannt angesehen werden.

I. Es sey demnach A D (fig. 17) der Horizont des Landes; B C D die halbe Parabel, und B C der parabolische Bogen der äussern Deichsdossirung; B D sey eine Tangente der Curve in B, oben am Kamm; C F eine Tangente in Horizont des Landes oder am Fuße des Deichs A B C. Ferner sey

die senkrechte Deichshöhe A B $= a$
die Basis der äussern Dossirung A C $= b$
die größte Schräge oder der Winkel A B D $= \gamma$
die kleinste Schräge oder G C F $= \delta$
die senkrechte Entfernung der Zwerchachse H E unterm Horizont des Landes A H $=$ C G $= z$.

So ist (§. 21. 2ter Fall) $\frac{1}{2}(a \pm Z)$ tang γ = H E; und $\frac{1}{2} z$ tang δ = G E = H E — b. Demnach ist $\frac{1}{2}(a \pm z)$ tang $\gamma = \frac{1}{2} z$ tang $\delta \pm b$ oder $\frac{1}{2} z$ tang $\gamma - \frac{1}{2} z$ tang $\delta =$ ~~d tang~~ $\frac{1}{2}$ a tang γ. Also

$$z = \frac{2b - a \text{ tang } \gamma}{\text{tang } \gamma - \text{tang } \delta}.$$

In dieser Gleichung sind z und b unbekannt, und es erhellt, daß durch die bekannten Größen a, γ, δ der Abstand der Zwerchachse

und

und folglich die Parabel aus einer einzigen Gleichung nicht bestimmt wird.

Nach (§. 48. I.) ist y Cot DMT = m eine beständige Größe; das ist im gegenwärtigen Fall z Cot δ = m; und (a ± z) Cot γ = m; also z Cot δ = (a ± z) Cot γ; daraus wird $z = \frac{a \text{ Cot } \gamma}{\text{Cot } \delta - \text{Cot } \gamma}$. Diesen Werth für z in die erste Gleichung gesetzt hat man $\frac{a \text{ Cot } \gamma}{\text{Cot } \delta - \text{Cot } \gamma} = \frac{2b - a \text{ tang } \gamma}{\text{tang } \gamma - \text{tang } \delta}$; und $b = \frac{1}{2} a \text{ tang } \gamma \pm \frac{1}{2} a \text{ Cot } \gamma \frac{\text{tang } \gamma - \text{tang } \delta}{\text{Cot } \delta - \text{Cot } \gamma} = \frac{1}{2} a.$ (tang γ ± tang δ). Dieß sind bekannte Größen, wodurch also b bekannt, folglich auch $z = \frac{2b - a \text{ tang } \gamma}{\text{tang } \gamma - \text{tang } \delta}$ bekannt wird. Demnach kann a ± z = n; und die Zwerchachse $HE = \frac{1}{2} n \text{ Cot } \gamma = m$ gesetzt werden.

Dann ist der Parameter der Parabel $= \frac{n n}{m} = p$ (§. 23. 2). Die Gleichung für die Parabel ist $px = yy$. Da man denn für x willkührliche Werthe annehmen, die zugehörigen von y suchen und so die Parabel beschreiben kann.

Zum Beyspiel in Zahlen mag folgendes dienen.

Es sey die Deichshöhe 21 Fuß. Die dazu gehörige größte Schräge 6:1 die kleinste $2\frac{1}{2}$: 1; so ist a = 21; tang γ = 6; tang $\delta = 2\frac{1}{2}$. $b = \frac{1}{2}$. 21 ... × (6 ± $2\frac{1}{2}$) $= 89\frac{1}{2}$. so ist $z = \frac{179 - 126}{6 - 2\frac{1}{2}} = 15\frac{1}{7}$. Folglich a ± z = n = 21 ± $15\frac{1}{7} = 36\frac{1}{7}$; und $m = \frac{1}{2} n$. $6 = 108\frac{3}{7}$; und $p = \frac{n n}{m} = 12{,}04$. Die Gleichung wird also 12,04 x = yy wenn die Coordinaten auf der

Zwerchachse HE genommen werden. Es ist aber bequemer die Gleichung so umzuändern, daß wir sie auf der Oberfläche des Landes nehmen und allenfalls in Natura abstecken können. Um dieß zu thun, wollen wir CG = g; und GE = f als zwey bekannte Werthe für y und x in unsre Gleichung übertragen; und statt x nunmehr x ± f; statt y aber y ± f schreiben, so haben wir 12,04 $(x \pm f) = (y \pm g)^2$; also $y \pm g = \sqrt{12{,}04\,(x \pm f)}$. In Zahlen ist für den gegenwärtigen Fall $g = z = 15\frac{1}{7}$. und $f = \frac{1}{2} z \text{ tang } \delta = \frac{1}{2}. 15\frac{1}{7}. 2\frac{1}{2} = 18\frac{13}{14}$. Folglich wird $y = 3{,}47 \sqrt{(x \pm 18\frac{13}{14})} - 15\frac{1}{7}$.

Für x setze man

10. 20. 30. 40. 50. 60. 70. 80. $89\frac{1}{2}$

so erhält man y =

3,54. 6,52. 9,14. 11,5. 13,67. 15,7. 17,58. 19,37. 21.

II. Um nun dem Deich die berechnete Gestalt wirklich zu geben, kann man zuerst das triangulare Profil ABC völlig aufführen lassen, also daß BC eine gerade Linie ist. In dieser geraden Linie bestimme man die Puncte, welche zu den Werthen von x gehören vermittelst kleiner Piquets (das sind Stäbe von ungefähr 2 Fuß lang und 2 Zoll dick) die lothrecht eingeschlagen werden und etwas hervorstehen. Die Puncte a, b, c, d, e, f . . . wo die kleinen Stäbe eingeschlagen werden, findet man, wenn die Werthe von x mit Sec. BCA multiplicirt werden.

tang BCA ist $= \frac{a}{b} = \frac{21}{89\frac{1}{2}} =$ 0,234 . . . Dazu gehört Sec. = 1,027. Mit dieser Zahl werden also die angenommnen Werthe von x; nähmlich 10, 20, 30 ꝛc. multiplicirt, so erhält man 10,27. 20,54. 30,81 u. s. w. in Fußmaß, wodurch wenn von C gegen B gemessen wird, die Puncte a, b, c, ꝛc. determinirt sind. Wenn nun die Werthe von x, 10, 20, 30, 40 ꝛc. mit BCA = 0,234 . . . multiplicirt werden, so erhalten wir die Linien a1; b2; c3; d4 ꝛc. =

	2,34.	4,68.	7,0.	9,36.	11,7.	14,04.	16,38.	18,72. 21
subtr. von y =	3,54.	6,52.	9,14.	11,50.	13,67.	15,70.	17,58.	19,37. 21
bleibt	1,2.	1,84.	2,14.	2,26.	1,97.	1,64.	1,2.	0,65. 0,0

als die Differenzen zwischen den Ordinaten der geraden Linie und der Curve in Fußmaß. Werden sie mit 12 multiplicirt, so erhält man Zollmaß, welche an den eingeschlagnen Piquets zu bemerken, und danach die Oberlage der Convexität aufzufahren ist. In den Zwischenräumen von einem Piquet zum andern müssen die Bögen nach Augenmaß planirt werden. Um darin so wenig als möglich zu fehlen, kann x von 5 zu 5 Fuß, oder noch kleiner genommen, und dazu y berechnet werden. Dergleichen Profile von Piquets müssen von 50 zu 50 Fuß längs dem Deich wiederhohlt werden; alsdann kann von einem Piquet zum andern eine Schnur gezogen, und der Deich so genau als man will planirt werden. Weil es fast unmöglich fällt zu verhindern, daß die Piquets mit den Sturzkarren von Knaben geführt nicht umgefahren werden, so müßte diese obere convexe Schicht mit Handkarren aufgebracht und gestampft werden. Diese Methode setzte also voraus, daß der Deich zwey Mahl planirt würde, ein Mahl nach der geraden und zuletzt nach der krummen Linie.

III. Wem es aber bekannt, wie mühsam und kostbar es ist, eine so große Fläche von circa 5 Ruthen breit, und einigen hundert oder tausend Ruthen lang gut zu planiren, der wird es viel leichter finden, mittelst Richtscheid und niveau die Puncte zu bestimmen, wo die Piquets stehen müssen, die alle Mahl 10 Fuß von einander nach horizontaler Linie gemessen Entfernung bekommen; und das hat keine Schwierigkeit. Um aber die Maßen an den Piquets bemerken zu können, muß unsre Gleichung dergestalt umgeändert werden, daß die Abscissen und Ordinaten auf die imaginäre Horizontallinie L B referirt werden.

In der Gleichung (I) $y \dotplus g = \sqrt{12{,}04\,(x \dotplus f)}$ muß nun $g = a \dotplus z = 36\frac{1}{7}$ gesetzt werden und f unverändert $= 18\frac{13}{14}$ bleiben; so wird die neue Gleichung $y' = 3{,}47\sqrt{(x \dotplus 18\frac{13}{14})} - 36\frac{1}{7}$. Vorhin war $y = 3{,}47\sqrt{(x \dotplus 18\frac{13}{14})} - 15\frac{1}{7}$ diesen letztern von jenem abgezogen bleibt -21. Es ist also $y' = y - 21$. Wir können also um die Rechnung nicht zu wiederhohlen von den erstgefundenen Werthen für $y = 3{,}54$; 6,52; 9,14; 11,5 ꝛc. 21 subtrahiren, so erhalten wir die gegenwärtigen Ordinaten, die alle negativ, und von der Horizontallinie B L unterwärts zu nehmen sind; nähmlich 21; 17,46; 14,48; 11,86; 7,33; 5,3; 3,42; 1,63; 0,0. Wenn nun die äussere Dossirung vollständig aufgefahren ist, daß nur noch die völlige Berichtigung der Curve fehlt; so habe man die vorhin gedachten Piquets zur Hand, kehre das Verfahren und die Ordnung der Zahlen um, und messe vom Kamm gegen den Fuß winkelrecht hinunter wie folgt

Piquets Nro.	Horizontale Entfernung vom Kamm	Tiefe unterm Horizont
8	$9\frac{1}{2}$ Fuß	1,63
7	$9\frac{1}{2} \dotplus 10 = 19\frac{1}{2}$ Fuß	3,42
6	$19\frac{1}{2} \dotplus 10 = 29\frac{1}{2}$ =	5,30
5	$29\frac{1}{2} \dotplus 10 = 39\frac{1}{2}$ =	7,33

u. s. w. bis man mittelst Richtscheid und Niveau an der ganzen Dossirung vom Kamm bis zum Fuß hinunter gemessen und die Maßen an den Piquets bemerkt hat; wonach demnächst die Dossirung auf ein Mahl ganz vollendet und planirt wird. Beyläufig ist dieß ein Beyspiel, wie man durch einige Uebung in der Algebra sich oft Mühe und Kosten ersparen kann. Wer von dem Horizont des Meers zu profitiren weiß, gebraucht auch selten Niveau und Richtscheid. Es würde mich aber dergleichen Detail der Practik hier zu weit führen.

IV. Um endlich noch mit kurzen den Unterschied der Kosten der paraboliſchen und der geradlinigen Dossirung

zu

zu berühren, so ist zu bemerken, daß dieser letztern nicht anders dieselbe Stärke kann gegeben werden, als durch vollständige Aufführung des Triangels ABD; die Basis

AD ist $= 126 \frac{126}{89\frac{1}{2}}$. b.

also der Inhalt der geradlinigen Dossirung $= \frac{1}{1}\frac{2}{7}\frac{6}{9}$ ab.
der Inhalt der halben Parabel HBE $= \frac{2}{3}$ (a ✢ g) (b ✢ f).
der Inhalt des Stücks CGE $= \frac{2}{3}$ gf.
= = = rectang. HACG $=$ gb
= = = Deichs ABC $= \frac{2}{3}$ (a ✢ g). (b ✢ f)
$— \frac{2}{3}$ gf — gb $= \frac{2}{3}$ ab ✢ $\frac{2}{3}$ af — $\frac{1}{3}$ gb; Weil nun $\frac{1}{1}\frac{2}{7}\frac{6}{9}$ ab $= \frac{7}{10}$ ab; so ist die Differenz zwischen beiden Deichen $= \frac{1}{30}$ ab ✢ $\frac{2}{3}$ af — $\frac{1}{3}$ gb; in Zahlen $= \frac{1}{30}$. 21. 90 ✢ $\frac{2}{3}$. 21. 19 — $\frac{1}{3}$. 15. 90 $= 63\square' ✢ 266\square' — 450\square' = — 121\square'$ ungefähr, welches der Inhalt des Triangels BDC, den das geradlinige Profil größer ist, ausmacht. Und da ABD $= \frac{7}{10}$ ab $= 1323\square'$; so wäre die Ersparung etwa 9 pro Cent oder ungefähr $\frac{1}{11}$ des Ganzen, welches allerdings bey einer großen Unternehmung beträchtlich ist.

Zusatz. **Brahms** (a. a. O. §. 35) hat richtig angemerkt, daß die Dossirung der Seedeiche eine Parabel-Fläche seyn müsse; es ist aber eine Uebereilung, daß er die Scheitel der Parabel gegen den Kamm gekehrt wissen will. Wahrscheinlich hat ihn der erstgedachte Umstand, daß die Scheitel gegen den Fuß gekehrt, daselbst eine zu steile Dossirung gibt, weßhalben wir sie unter den Horizont verlegen müssen, dazu bewogen. Es ist aber diese Meinung fehlerhaft, und würde zu einer irrigen Regel für die Bestimmung der geradlinigen Dossirungen führen, deren Stärke nach der Höhe der Deiche, das ist nach Wellenhöhe, regulirt werden muß. Wenn die verschiedenen Höhen zweyer Deiche A und a; ihre Grundlinien B und b; so wäre nach **Brahms**, wenn die Zwerchachse vertical A:a $=$ BB:bb; es ist aber nach der wahren

parabolischen Theorie, wenn die Zwerchachse horizontal liegt AA : aa = B : b. Hierauf gründen sich auch die Regeln, welche in der Deichswirthschaft §. 11. lit C und §. 67 zur Bestimmung der geraden Dossirung gegeben sind.

§. 50.

Wenn die Dossirungslinie eine Hyperbel seyn soll, so müssen wir uns ebenfalls vorstellen, daß die Zwerchachse unterm Horizont des Landes liege, und es kann eben die 17te Figur wiederum zum Beyspiel dienen.

Es sey also

DBA = γ; FCG = δ; AB = a; AC = b; AH = CG = z; die Abscissen x werden von der Scheitel E an gerechnet, und darauf die Ordinaten y senkrecht genommen; so wissen wir (§. 21. 4ter Fall) daß der Scheitelpunct E nun nicht in der Mitte zwischen G und F sondern näher nach F liegen müsse. Bey der Parabel war GE = $\frac{1}{2}$ GF; gegenwärtig muß GE größer; und kann = $\frac{1}{r}$ GF gesetzt werden, wo denn $r < 2$ ist. Dann erhalten wir $\frac{1}{r}$ (a ∓ z) tang γ = $\frac{1}{r}$ z tang δ ∓ b = HE; und (I) $z = \frac{rb - a \text{ tang } \gamma}{\text{tang } \gamma - \text{tang } \delta}$. In dieser Gleichung sind drey unbekannte Größen z, r und b. Wenn eine derselben nach Willkühr angenommen wird, so sind die beiden übrigen bestimmt, und zwar auf folgende Art.

Aus der Gleichung für die Hyperbel $yy = px \mp \frac{pxx}{2a}$ oder $\left(\text{weil } p = \frac{2BB}{A}\right)$ $yy = \frac{2BB}{A} x \mp \frac{BB}{AA} xx$ erhält man $\frac{AA}{BB} y dy = (A \mp x) dx$; oder $\frac{dx}{dy} = \frac{AA}{BB} \cdot \frac{A \mp x}{y}$. Weil nun $\frac{dx}{dy}$ die Tangente der Curve ist, so ist alle Mahl $\frac{A \mp x}{y}$ tang FCG eine beständige Größe.

Also

Also ist (II) $\frac{A \dotplus x}{z} \text{ tang } \delta = \frac{A \dotplus x \dotplus b}{a \dotplus z} \text{ tang } \gamma.$

Es ist aber $A = \frac{xx - cx}{c - 2x}$ (§. 21. 4ter Fall) statt x setze man $\frac{1}{r} z \text{ tang } \delta$; statt $c = z \text{ tang } \delta$; so wird $A \dotplus x = \frac{1}{rr - 2r} z \text{ tang } \delta$. Diesen Werth in der Gleichung (II) substituirt gibt $\frac{1}{rr - 2r} \text{ tang } \delta = \left(\frac{\frac{1}{rr - 2r} z \text{ tang } \delta \dotplus b}{a \dotplus z}\right) \text{ tang } \gamma$. Diese und die Gleichung (I) bestimmen zwey unbekannte Größen, und die dritte kann innerhalb gewissen Grenzen nach Belieben angenommen werden. Die Rechnung wird mehr erleichtert wenn man r annimmt und mit einer Zahl ausdrückt die alle Mahl zwischen 1 und 2 fällt. Denn für die Hyperbel ist alle Mahl $GE > \frac{1}{2} GF$ und $GE < GF$. Inzwischen hat es bey der Practik oft wesentlichen Nutzen, daß man die Basis nach Belieben annehmen könne. Und das ist in der That eine vortreffliche Eigenschaft der Hyperbel, daß sie gleichsam nach unsern Bedürfnissen sich schmiegt, oder daß man ohne in der größten und kleinsten Stärke etwas zu vergeben, sie nach den Umständen weniger oder mehr krümmen kann. Will man also b als bekannt annehmen, so sind die Grenzen zu bemerken, worin dieß geschehen muß, und die Natur der Sache ergibt, daß $b < a \text{ tang } \gamma$ und $b > \frac{1}{2} a \text{ tang } \gamma$. In dieser Grenze kann man also b annehmen und die Zahlen ausdrücken, und wenn man gleichfalls tang δ und tang γ in Zahlen ausdrückt, so werden aus den Gleichungen I und II die beiden unbekannten Größen z und r leicht gefunden.

Zusatz. Ich habe bey sehr vielen Uferwerken, welche auf Befehl der Hochlöbl. Ritzebüttelschen Stack-Deputation zu Cuxhaven, nach gekrümmten Dossirungs-

linien ausgeführt, mich nicht der conischen Parabel und Hyperbel, sondern einer andern Curve, wovon bald näher geredet wird, bedient, weil die conischen Sectionen zu den Profilen so wohl theoretisch als practisch nicht recht zu passen scheinen, zumahl da alle Mahl der verdrießliche Umstand sich einmischt, daß man die große Achse und den Scheitelpunct auf eine unbestimmte Strecke unterm Horizont referiren muß. Dahingegen habe ich die conischen Sectionen zur oberflächlichen Absteckung der Ufer- und Deichslinien geschickt befunden, und mich derselben mehrmahlen bedient, den Uferwerken eine Stetigkeit und allmähliche Krümmung zu geben; wovon ein Beyspiel in dem Jahrbriefe der Hamb. Mathem. Gesellschaft den 6. März 1790 enthalten ist.

§. 51.

Obwohl es nun seine völlige Richtigkeit hat, daß die convexe Gestalt für Seedeichs-Dossirungen die zweckmäßigste ist; so muß man doch bekennen, daß sie in der Ausführung und Unterhaltung weit mehr Genauigkeit und Einsichten erfordere als von den Landleuten, denen die Unterhaltung und Aufsicht dieser Deiche obliegt, zu erwarten ist. Es hält schwer genug, daß sie nur ein Mahl die gerade Linie, so simpel und einfältig diese auch ist, in ihren Deichsarbeiten beobachten, und ich habe oft bemerkt, daß sie meistens sehr geneigt sind, krumme Linien zu machen, wobey allezeit das Gesetz von der mindestmöglichsten Thätigkeit, aber nicht der größten Stärke, zum Grunde zu liegen pflegt. In der That ist es auch nicht so leicht einem Deiche im Profil gerade Linien zu geben, als solches der Länge nach zu thun. Und eben so ist es mit den Curven; es kostet wenig Mühe einem Deich der Länge nach eine allmähliche gekrümmte Gestalt zu geben; aber es verursacht oft viele Beschwerde und Kosten, wenn solches dem Profile nach geschehen soll. Die Ersparung welche durch die gekrümmte Gestalt der Dossirung bewirkt

wird,

wird, ist bey **grünen** Deichen nur dann von einiger Erheblichkeit, wenn der Unterschied der größten und kleinsten Stärke sehr groß, oder die Situation sehr schlecht ist; und z. B. die Dossirung am Fuße die Schräge $2\frac{1}{2}:1$; und gegen den Kamm 6 oder 8:1 nöthig hat. Wenn wir also diese wenigen Fälle ausnehmen, so scheint es in allen übrigen Fällen, wo die größte Stärke 3:1; 4:1; oder 5:1 nöthig ist, am rathsamsten zu seyn die ganze Dossirung gerade zu machen, und ihr durchgehends die größte Stärke zu geben. Daß auf die Weise der Deich nahe am Fuße etwas stärker wird, als es nöthig scheint, läßt sich auch noch damit entschuldigen, daß er daselbst von den Fluthen und Wellen öfter getroffen wird, auch das Wasser daselbst länger verweilt, durch stärkern Druck tiefer eindringt und den Deich erweicht. Es ist aber allerdings in diesem Puncte ein erheblicher Unterschied unter **grünen** Deichen oder unter **baufälligen** Stroh- Holz- oder Steindeichen, von welchen ich unter dem Artikel von Uferbefestigung näher zeigen werde, daß es der Sparsamkeit wegen fast alle Mahl besser ist, sie zu krümmen.

§. 52.

Die kleinste Stärke der Dossirung mag ohne Bedenken für alle grüne Seedeiche gleich gesetzt werden; aber es hat nicht dieselbe Bewandniß mit der größten Stärke derselben welche zum Theil von der Situation des Deichs in Rücksicht auf die Seewinde, zum Theil von der Höhe des Vorlandes abhängt. In welcher Verhältniß die Höhe des Vorlandes den Wellenschlag mindere, das läßt sich zwar wohl nicht theoretisch genau bestimmen, inzwischen erachtet man doch leicht, daß ein hohes Land immer nur einen niedrigen Deich braucht; und in so fern der Wellenschlag eine Function von der Wassertife ist, muß er also durch die Höhe des Landes nothwendig geschwächt werden. Daher ist es denn auch besonders anzurathen,

daß man vor schlecht situirten Deichen das Vorland zu erhöhen suche, welches alle Mahl von selbst erfolgen wird, wenn die Gräsereyen nur völlig der Natur überlassen bleiben. Eine mittelmäßige Höhe des Vorlandes kann man diejenige nennen, welche 4 Fuß über die tägliche Fluthhöhe erhaben ist. Und eine solche Höhe muß man dem Vorlande zu geben suchen, was eine mittelmäßige Lage hat. Bey einer sehr guten Situation kann es allenfalls etwas niedriger seyn; bey einer schlechten aber muß es mehr und wohl 6 bis 7 Fuß über tägliche Fluth erhaben seyn. Es ist dieß nicht etwa bloß des Wellenschlags wegen, sondern auch um deßwillen nöthig, daß solche Deiche welche vorzüglich haltbar seyn sollen, nicht zu oft vom Wasser erreicht, durchdrungen und erweicht werden.

Was aber eine gute oder schlechte **Situation** zu nennen sey, darüber soll uns folgende Tafel Auskunft geben. Man erinnere sich, daß dieses Wort bey Seedeichen sich bloß auf die Richtung der Seewinde, bey Flußdeichen aber sich auf die Richtung des Stroms beziehe.

Tafel

von denjenigen Sturmfluthen, welche im Ausfluß der Elbe mehr als $14\frac{1}{4}$ Fuß über tägliche Fluth erhoben gewesen, alles Vorland überschwemmt und die Seedeiche bespült haben innerhalb fünf Jahren (1787 bis 1791 incl.) nebst den Winden von welchen dieselben begleitet worden, und deren Geschwindigkeit.

Aus dieser Tafel erhellet, daß die Seewinde zwischen den Grenzen SW und N enthalten sind; denn es gibt außer denn obenstehenden Winden keinen einzigen, welcher das Deutsche Meer gegen das dießseitige Ufer nur einige Fuß über seine Grenze erheben könnte. Nehmen wir also diese beiden Grenzen an, so ist derjenige Strich, welcher gerade in der Mitte liegt, nähmlich WNW der

Haupt=

u Pag. 122

W N

datum	Höhe der Fluth	Geschwindigk. des Wassers
	Fuß.	Fuß.
1788		
d. 10. May	14,6	20
d. 18. Oct.	14,0	24
1790		
d. 27. Febr.	16,0	40
d. 11. Sept.		
d. 15. Oct.		
d. 14. Dec.		
1791		
d. 22. März		
do		
d. 2. Sept.		
d. 30. Nov.		

Hauptseewind. Er steht senkrecht auf solche Deiche die SSW und NNO sich erstrecken, und dieß ist also die schlechteste Situation, wenn die äussere Dossirung gegen WNW und die beste wenn sie gegen OSO gekehrt ist. Je mehr nun die Deiche von dieser Lage zur einen oder andern Seite abweichen, desto vortheilhafter ist ihre Situation zu rechnen. Inzwischen läßt sich eine bestimmte Verhältniß hierüber schwerlich fest setzen, weil ein Seewind, wenn er selbst mit dem Deiche parallel ist, noch starken Wellenschlag verursacht. So bald aber der Wind nur einen Strich abwärts oder dem Deich im Rücken steht, pflegt die Wasserfläche ziemlich eben und der Wellenschlag unbeträchtlich zu seyn, es wäre dann, daß selbiger von der Unregelmäßigkeit der Ufer und hoher Einbaue in einem sehr nahen und schnellen Strom herrührte. Daß übrigens zuweilen hohe Fluthen mit mäßigen Winden zusammen stehen, rührt von dem Einfluß des Mondes her, wovon die Lebhaftigkeit der Meersströme abhänget. Auch ist zuweilen der Wind auf dem Meere stärker als an der Küste; zuweilen umgekehrt. Aus diesen Gründen ist keine völlige Harmonie zwischen der Geschwindigkeit der Seewinde und Höhe der Fluthen zu erwarten.

§. 53.

Wir können unmöglich bestimmen, ob nicht zukünftige Fluthen des Meers so wohl als das Obenwasser noch höher steigen können als die vergangnen; alsdann würden alle Deiche die nach den bisherigen Erfahrungen regulirt sind, überlaufen. Es fragt sich daher, ob auf dergleichen eventuellen Ueberlauf bey der Gestalt der Deiche Rücksicht zu nehmen sey, und welche? Es muß hiebey voraus gesetzt werden, daß die Deichsanstalt an sich nicht deteriorirt wird; z. B. bey Flußdeichen kann das Strombette anschlämmen und sich erhöhen; oder der Abfluß kann durch Einbaue oder durch Deiche, durch Anpflanzung des Busches auf Inseln u. d. gl. gehemmt werden. Vor

See=

Seedeichen kann der Strom sich erniedrigen, der Strom sich nähern, Ufer und Vorland nach und nach abspülen und die großen Meerswogen können wegen größerer Tiefe höher gehen, unmittelbar gegen den Deich laufen: wenn von dergleichen Ereignissen die sich unter unsern Augen zutragen, und denen die Deiche von Zeit zu Zeit proportionirt werden müssen, hier nicht die Rede ist; so halte ich dafür, daß wir nicht Ursache haben anzunehmen die Fluthen werden in Zukunft höher steigen als sie bisher gethan. Denn die Deichsanstalten sind einige Jahrhunderte alt, und die bekannten Umstände, welche zu den höchsten Fluthen des Meers erforderlich sind, treffen öfter zusammen, und waren noch bey der hohen Sturmfluth am 22. März 1791 alle vereiniget. Die Ergießungen der Landströme hangen bloß von der Witterung ab; und da hat es freylich den Anschein, daß die Witterungsperiode, wenn es dergleichen wirklich gibt, eine große Reihe von Jahren befassen müsse, in welchem Kreislaufe sich wohl Dinge befinden könnten von denen wir noch keine Nachrichten hätten. Mit Einem Worte, der Möglichkeit höherer Fluthen läßt sich wohl nicht widersprechen, eine Wahrscheinlichkeit dazu sehe ich aber nicht ein. Wenn man inzwischen auf dergleichen mögliche Fluthen bey der Gestalt des Profils Rücksicht nehmen wollte, so könnte dieß auf zweyerley Art geschehen. Entweder man machte die Deiche höher als bisher nöthig gewesen, oder man ließe es bey der Höhe bewenden, gäbe ihnen aber eine solche Gestalt, welche das Ueberlaufen ertragen könnte. Beide diese Rücksichten lassen sich bey Flußdeichen, hingegen die erstere nur bey Seedeichen anwenden, welche bey dergleichen hohe Fluthen fast alle mit Meerwasser umgeben sind, welches alle Gräser und Gewächse, die daran nicht gewohnt sind, erstickt, roth und dürre macht. Es mag nun aber Meer- oder Flußwasser seyn, das überläuft, so erfordert es alle Mahl einen sehr starken Rasen, oder eine große Schräge der innern oder landwärts gekehrten

kehrten Dossirung, wenn das Ueberlaufen ohne Verletzung des Deichs geschehen soll; also daß die innere Dossirung viel größer als die äußere seyn müsse, wodurch die Deiche um einer zweifelhaften Ursache willen sehr kostbar seyn würden. Aus diesem Grunde bin ich der Meinung, daß es alle Mahl gerathener sey, die Deiche lieber einige Fuß höher zu unterhalten, als es nach den bisherigen Erfahrungen nöthig scheint; auch die Stärke derselben Höhe gemäß einzurichten und dabey übrigens die angegebenen Proportionen zu befolgen.

Zus. Es gibt verschiedne Deiche die zum Ueberlaufen ausdrücklich bestimmt sind, aber meistens aus unzureichenden Ursachen. **Entweder** man will eine höhere Anschwellung der Fluthen dadurch verhindern (in diesem Fall wird der Ueberlaß gewöhnlich unwirksam befunden); **oder** es ist eine Servitut gegen benachbarte Deiche, die das Recht haben höher zu seyn (dergleichen Servitute sind gewöhnlich dem gemeinen Wesen nachtheilig, und sollten durch gütliche Unterhandlungen abgeschafft werden); **oder** man will mit dem überlaufenden trüben Wasser das Land erhöhen und bonificiren (hiezu ist ein Einschnitt oder Schleuße zweckmäßiger); **oder** man hat das umdeichte Land bloß zu Sommerfrüchten bestimmt (je näher die Ernte, je größer ist dann die Furcht und Gefahr des Landmanns, daher sind die **Sommerdeiche** fast aller Orten in vollkommne Deiche übergegangen); **oder** endlich das umdeichte Land ist eine kleine Fischer-Insel, auf welcher die Einwohner allenfalls einige Gartengewächse und etwas Sommerfrüchte bauen, ihre Wohnstätte aber auf Hügeln, oder auf dem Deiche selbst errichtet haben, und die Kosten eines vollkommnen Deichs nicht anwenden können oder des Nutzens nicht werth finden. Mit den Ueberlaßdeichen einer solchen kleinen Insel hat es auch wenig zu bedeuten. Wenn sie alle gleicher Höhe sind, so tritt das Wasser von allen Seiten zugleich herein, das Ländchen ist in kurzer Zeit voll, und die niedrigen

Deiche

Deiche können von dergleichen ¼ stündigen Uebersturz nicht leichte Schaden nehmen.

§. 54.

Ob nun gleich bey vollkommnen Deichen der Regel nach nicht anzunehmen ist, daß sie überlaufen sollen, so können doch zuweilen Ausnahmen statt finden, daher wird es nicht undienlich seyn, die dazu zweckmäßige Gestalt mit wenigen noch zu berühren.

Es sey also fig. 18 ABC dergleichen Ueberlaßdeich, so muß bey der Untersuchung die größte Wasserhöhe zum Augenmerk genommen werden. Diese sey BD; so hat der überlaufende Stral in B eine Geschwindigkeit welche der Höhe BD (abstrahirt von dem Widerstande auf der Scheitelfläche des Deichs) zugehört. Diese Geschwindigkeit wird nun indem der Stral an der schrägen Fläche herab fließet, noch immer beschleuniget. Es sey BT eine Tangente der Curve in B; und BTA = α; das Profil des Strals = S; so ist die beschleunigende Kraft = S g. Sin α (wo g die Beschleunigung der Schwere bedeutet. Leidet aber der Stral an der Fläche irgend einen continuirlichen Widerstand, so wird dieß die Wirkung der beschleunigenden Kraft mindern, und dieselbe kann nun durch $Sg \operatorname{Sin} \alpha - \frac{v^n . p}{m}$, wo v die Geschwindigkeit des Strals, p die Menge der Rauhigkeiten in jedem Puncte seiner Bahn und m eine beständige Zahl bedeutet.

Wollten wir nun **zum Ersten**, daß die Dossirung BC eine gerade Linie seyn sollte, so müßte $Sg \operatorname{Sin} \alpha - \frac{v^n p}{m} = o$ gemacht werden, denn in diesem Falle wird der Stral in allen Puncten seiner Bahn eine gleiche mit der Fläche parallele Geschwindigkeit haben, dieselbe nähmlich die

die er in B hat. Es sind aber in dem Ausdrucke der Beschleunigung die Größen S, g und v von unsrer Willkühr unabhängig; α kann freylich sehr klein, doch nie = o werden. Also muß man es so machen, daß p vergrößert wird, oder daß der Stral viele Obstacula vorfinde, wogegen die Geschwindigkeit zerstöret wird. Dieß könnte nun nach dem Einfall des Hrn. **Silberschlags** (Hydrotech. §. 645) bewerkstelliget werden, wenn man die Dossirung treppenförmig machte; aber bey Rasendeichen, wovon hier die Rede ist, läßt sich an dergleichen im Ernste nicht gedenken. Staudengewächse, Busch und Rohr zerstören die Beschleunigung auch, aber dergleichen ist an den Deichen nicht zu empfehlen. Das Rohr ist auch ohne dieß eine Wasserpflanze und kommt am Deiche nicht fort.

Wenn es also nicht in unserer Gewalt ist, die Kräfte des Strals nach der Figur des Deichs zu modificiren, so werden wir **zum Zweyten** umgekehrt diese nach jenem bestimmen müssen. Man könnte auf die Gedanken gerathen, daß es vielleicht möglich sey, den Deich innerhalb der Parabel, welche der Stral, wenn er sich selbst überlassen bleibt, beschreibt, so zu krümmen, daß ihn der Stral gar nicht träfe; aber es ist zu bemerken, daß der Stral in diesem Fall mit der größtmöglichsten Geschwindigkeit auf den Grund stürzen und denselben aushöhlen würde; überdem ist die horizontale Geschwindigkeit des Strals auf der Scheitel des Deichs, von welcher der Parameter der Parabel abhängt sich nicht gleich, sondern im Anfange und am Ende des Ueberlaufs so klein, daß der Schenkel der Parabel beynahe lothrecht wird, so steil läßt sich aber ein Deich von Erde nicht aufführen. Demnach muß der Stral völlig von dem Deiche aufgenommen und allmählich auf den Horizont des Landes geleitet werden, und diese Action des Deichs muß in allen Puncten der Dossirung nach Verhältniß ihrer Stärke eine beständige Größe seyn. Wäre die Dossirung von Holz oder

von

von behauenen Granitblöcken, so würde ihre Stärke von der Schräge unabhängig und in allen Puncten für gleich zu achten, folglich bloß die positive Kraft des Strals gegen den Deich als eine beständige Größe in Rechnung zu bringen seyn, gleichwie dieß von den Hrn. **Bossut** und **Viallet** (S. 8te St. d. Beytr. dieses B. Cap. 4.) geschehen. Wegen der Figur des Ueberlasses, welche sie unter dieser Hypothese ungefähr heraus bringen, sehe man Tab. 2 die 20, 21 und 22 fig. Da nun aber die Stärke des Rasen von seiner Lage gegen den Horizont dergestalt abhängt, daß sie dem Cos. B T E in jeder Stelle proportional ist, so muß dieß nothwendig in Rechnung kommen.

Es sey also D B = a
B p = x
p m = y
B m = s

und es sey die corrosive Kraft des Strals dem senkrechten Druck desselben auf die Fläche multiplicirt in irgend eine Potenz der Geschwindigkeit proportional, die Fläche der Dossirung aber einstweilig als vollkommen glatt angenommen. Ferner sey die Schwere = g, der Querschnitt des Strals = S für die Geschwindigkeit = 1; so ist derselbe Querschnitt in jeder andern Stelle = $\frac{S}{\sqrt{(a \dotplus x)}}$ (weil sich nähmlich der Querschnitt umgekehrt wie die Geschwindigkeit verhält, welche letztere der $\sqrt{(a \dotplus x)}$ proportional ist. Das lothrechte Gewicht jedes Elements des Strals ist also = $\frac{gS}{\sqrt{(a \dotplus x)}}$; der daraus entstehende normale Druck auf die Deichsfläche ist = $\frac{gS}{\sqrt{(a \dotplus x)}} \cdot \frac{dy}{ds}$. Weil nähmlich $\frac{dy}{ds}$ der Sin des Neigungswinkels der Curve in jeder Stelle ist. Diesen mit der Geschwindigkeit in der Potenz n multiplicirt gibt $(a \dotplus x)^{\frac{n}{2}} \cdot gS$

$\frac{gS}{\sqrt{(a+x)}} \cdot \frac{dy}{ds} = (a+x)^{\frac{n-1}{2}} g \frac{Sdy}{ds}$ als die angreifende Kraft des Strals. Die Stärke des Deichs verhält sich wie $\frac{dy}{ds}$. Folglich muß $\frac{dy}{ds} : (a+x)^{\frac{n-1}{2}}$ $g \frac{Sdy}{ds} = m$ eine beständige Größe seyn. Das gibt $\frac{1}{m} = (a+x)^{\frac{n-1}{2}} gS$ welches ein absurdum ist, da x keine beständige Größe seyn kann. Also ist unter dieser Hypothese es unmöglich dem Deiche eine solche Gestalt zu geben, daß er in allen Puncten eine gleichvertheilte Stärke hätte. Es ist auch für sich klar, daß es zu nichts dienen würde, die Schräge noch so sehr zu vermehren, weil der normale Druck allezeit mit derselben in einerley Verhältniß nähmlich $\frac{dy}{ds}$, zunimmt; da hingegen die Geschwindigkeit bloß von der Höhe abhängt, und durch die Schräge nicht vermindert werden kann, wenn die Fläche vollkommen glatt und als eine continuirliche Curve angesehen wird. Wollte man nun die Sache auf eine andere der Wahrheit gemäßere Art nehmen, und den Widerstand des Strals an der Deichsfläche in Betracht ziehen, so wird es wahrscheinlicher, daß eine gleichförmige Stärke des Deichs möglich sey. Wenn wir inzwischen diesen Widerstand als eine positive unveränderliche Größe, die von der Eigenschaft der Rasenfläche und der Curve abhängt, und die wir nicht willkührlich vergrößern können, betrachten; so scheint es, daß alle Mahl einiger Zweifel wegen der gleichförmigen Stärke übrig bleiben müsse. Aus dieser Ursache will ich mich hier mit ungewissen und unbrauchbaren Berechnungen nicht weiter abgeben, zumahl da ich glaube, daß die zweckdienlichste Gestalt, gesetzt daß sie auch nicht mit einer durchaus gleichförmigen Stärke verbunden, dennoch so weit wir sie in der Praxis ausführen können, sich aus

einem ziemlich leichten Raisonnement herleiten läßt. Es ist nähmlich so viel ganz gewiß, daß der Stral, wenn er an einer geraden Fläche herab gleitet, sich beschleuniget, und den Deich unterhalb mehr angreift. Daraus folgt unwidersprechlich, daß die Stärke der Dossirung von oben nach unten zunehmen und irgend eine concave Curve werden müsse. Um die Verhältniß der Zunahme dieser Stärke genau zu bestimmen, müßte man die Art, wie der Deich von dem daran hinabstürzenden Wasserstral verletzt wird genau kennen. Wir wollen uns vorstellen, daß dieß auf keine andere Weise geschehe, als daß der Stral auf seinem Wege allerley Unebenheiten und Rauhigkeiten antreffe, wogegen er anstoße und sie mit fortreisse. Dergleichen Stoßkraft ist nun erstlich der Zahl gestoßener Rauhigkeiten proportional, und diese Zahl, weil sie von der Gestalt des Deichs nicht abhängt, sondern über die ganze Dossirung gleich vertheilt ist, kommt daher in keine Betrachtung. Ferner ist der Stoß dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional in solchen Fällen, wo die Quantität der Masse von der Geschwindigkeit abhängt und derselben proportional ist: im gegenwärtigen Falle aber hängt die Masse des am Deiche in jedem Augenblick abgleitenden Strals nicht von der Geschwindigkeit sondern bloß von der Höhe des Ueberfalls ab, und ist also eine beständige Größe für alle Elemente der Deichsfläche, diese mag übrigens wie man will beschaffen seyn. Denn ob es gleich wahr ist, wie ich vorhin bemerkt habe, daß der senkrechte Querschnitt des Strals unterwärts abnimmt, so nimmt in eben der Verhältniß die Geschwindigkeit zu; also daß auf gleich große Elemente der Fläche in jedem Augenblick gleich viel Masse des Strals stößt. Daher fällt auch die Masse aus der Rechnung weg, und es bleibt nichts als die simple Geschwindigkeit übrig, welcher die Stärke des Deichs proportional zu setzen ist. Da nun die Geschwindigkeit der Quadratwurzel aus der lothrechten Höhe proportional ist, so muß nach dem vorhergehenden

gehenden die Verhältniß $\sqrt{(a \dotplus x)} : \frac{dy}{ds}$ als beständig angesehen werden. Es ist aber leicht einzusehen, daß in der Ausübung der Theorie hierin nicht ganz genügt werden kann. Denn es sey z. B. der Ueberlauf sehr geringe oder gar nicht vorhanden, also a sehr klein oder $= o$ so würde im Gipfel des Deichs wo $x = o$ ist, $\frac{dy}{ds}$ sehr klein oder $= o$ nach der Theorie seyn; wir wissen aber, daß die Schräge nicht über eine gewisse Grenze abnehmen darf; überdem kann die Theorie nicht die absolute Stärke welche alle Mahl von der Beschaffenheit der Erde und Rasen oder andern Materialien abhängt, sondern nur die Verhältniß derselben geben. Demnach muß die Bestimmung der kleinsten Stärke nahe am Kamm des Deichs bloß auf Judicium und Erfahrung sich begründen, und als gegeben angesehen werden. Eben so ist es mit der größten Stärke nahe am Fuße beschaffen. Wir sind alle Mahl wegen der Kosten und wegen Beschaffenheit des Locale gezwungen gewisse Grenzen darin nicht zu überschreiten. Werden nun diese Grenzen angenommen, so kann die Regel, daß die Stärke der Dossirung oder welches einerley ist, der Cof BTE wie die Geschwindigkeit des Strals zunehmen müsse, ohne höhere Rechnung ziemlich befolgt werden. Denn es sey die schräge Höhe zur lothrechten oben am Deiche 6 : 1 und unten 5 : 1; so sind $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{5}$ die Sinus; 0,985 und 0,99809 die zubehörigen Cosinus, oder die Zahlen welche die Stärke der Dossirung in diesen beiden Stellen ausdrücken, wo denn die Stärke eines völlig horizontalen Rasen $= 1$ ist. Das ganze Increment der Stärke ist also $= 0{,}99809 - 0{,}985 = 0{,}01309$. Das hiezu gehörige Increment der Geschwindigkeit kann durch $\sqrt{BE} = \sqrt{b}$ ausgedrückt werden. Für jede andere Höhe $= Bp = x$ haben, wird das Increment des Cosinus (aus der Proportion $\sqrt{b}$:

$\sqrt{x} = 0{,}01309 : 0{,}01309 \frac{\sqrt{x}}{\sqrt{b}}) = 0{,}013 \frac{\sqrt{x}}{\sqrt{b}}$ und den wirklichen Cosinus $= 0{,}9085 \mp 0{,}0130 \frac{\sqrt{x}}{\sqrt{b}}$ zu der Höhe $= x$. Den zubehörigen Sinus findet man alle Mahl aus den Trigon. Tafeln. Dieser Cosinus stellt nun die Horizontallinie und der Sinus die lothrechte vor, wenn das Bogenstück welches hier als die Hypothenuse angesehen wird $= 1$ ist, oder wenn die schräge Höhe $= 1$; so ist die lothrechte der Sin und die horizontale Anlage der Cosinus. Um also die Curve abzustecken stelle man sich dieselbe in lauter gleiche Theile von 4 oder von 3 oder von 2 Fuß jeden Theil (je kleiner die Theile desto richtiger die Curve) getheilt vor. Multiplicirt man jeden dieser Theile mit dem Cosinus, so hat man die ihm gebührende Horizontallinie und mit dem Sinus den zubehörigen Abfall. Die Totalsumme der ersten Producte geben die ganze Basis. Die Summe der letztern die ganze Höhe des Deichs.

Dieses ist die Methode deren ich mich bedienen würde dergleichen Deich zu construiren. Im übrigen gestehe ich gern von den Ueberlässen aus Rasendeiche nicht viel zu halten. Der Rasen ist alle Mahl zu schwach, dergleichen Angriff eine beträchtliche Zeit auszudauern. Vor allen Dingen wird man darauf zu achten haben, daß nicht Eis und große Wellen mit überstürzen können. Wenn aber der Ueberlaß von festen Materialien z. B. von Holz, von Felssteinen oder von behauenen Steinblöcken construirt würde, so gestehe ich mehr des Herrn **Silberschlag's** als der Herren **Bossut** und **Viallet** Meinung ergeben zu seyn; ich halte es nähmlich für besser, die Beschleunigung des überstürzenden Strals allmählich zu zernichten (wozu ich jedoch keine Stuffen oder Cascaden anlegen würde) und zu machen, daß der Stral mit gleichförmiger Bewegung herunterstürze, wozu eine gerade sehr unebene

Böschung

Böschung von Felssteinen, die man allenfalls durch zwischen geschlagene Pfäle noch rauher machen kann, zweckmäßig ist; als eben denselben Stral die größte Geschwindigkeit annehmen zu lassen, und ihn damit allmählich in den Horizont zu leiten, woselbst er diese Geschwindigkeit nicht anders verlieren kann, als daß er in schlämmende schnelle Wirbeln geräth und tiefe Kölke aushöhlet oder gleichsam ausbohret.

Untersuchung

über die beste

Gestalt der Seeufer.

§. 55.

Nachdem ich die Materie über die beste Gestalt so wohl der See- als Flußdeiche nach meinen beschränkten Einsichten vermeine genugsam erörtert zu haben; so will ich nunmehr, indem ich den Plan meiner ersten Abhandlung verfolge, den Uferbau vornehmen. Da ich aber über die Ufer der Flüsse noch zur Zeit nicht genugsam Erfahrung habe, so werden dieselben hievon ausgeschlossen, und die gegenwärtige Untersuchung bloß auf die **Seeufer**, das heißt **diejenigen** Ufer des Deutschen Meers (Nordsee) und seiner Nachbarschaft eingeschränkt, **vor welchen Fluth und Ebbe abwechseln.**

Es unterscheiden sich aber die Ufer des Deutschen Meers darin von den übrigen Ufern der Weltmeere, daß sie größten Theils erstlich sehr niedrig, zweytens sehr wandelbar sind. Der erste Umstand ist die Ursache von den Seedeichen; der andere von den Uferbefestigungen. Anstatt nähmlich die Küsten Frankreichs, Großbritaniens und der Nordischen Staaten, einige 100 Fuß über die Meersfläche erhaben, und aus harten über einander geschichteten Felsenmassen bestehen, so sind die Ufer der Deutschen und Holländischen Seeprovinzen zum Theil kaum einige Fuß hoch, oder wenn sie auch theils überflüssig hoch sind, dennoch alle aus Sand und weicher Erde aufgeworfen, die von Wind und Wasser von einer Stelle zur andern fortgeführt, zerstreuet und vom Meere nach und nach verschlungen wird, dergestalt daß es große unermeßliche

liche Strecken von Watt, Sandbänken und seichten Gründen am Meere gibt, von denen man theils gewiß, theils mit Wahrscheinlichkeit weiß, daß sie grüne, fruchtbare Ländereyen gewesen sind. Kurz, es zeigt sich in den Seeprovinzen immer mehr und mehr die Nothwendigkeit, den Ufern eine größere Stabilität zu geben. Die Art und Weise dieses zu bewerkstigen heißt die **Uferbaukunst.** Die mathematische Untersuchung über die beste Gestalt und Construction der Uferbauwerke, wenn das Material bekannt ist, kann man die Theorie des Uferbaues nennen. Da die Gestalt dieser Werke nach den angreifenden Kräften des Wassers zu reguliren ist, so müssen diese vor allen Dingen bekannt seyn. Diese Kräfte lassen sich, wie ich in der ersten Abhandlung bereits erläutert auf zwey Arten zurückführen, nähmlich auf Wellenschlag und auf Strom. Es ist daher die Theorie des Uferbaues viel einfacher als die Theorie des Deichbaues, indem wir auf Druck und Filtration gar nicht Rücksicht zu nehmen brauchen, weil die Uferbauwerke von der Art sind, daß sie nach allen Seiten umflossen werden. Auf der andern Seite müsse sie viel fester als die Deiche werden, weil sie ohne Aufhören mit dem Wasser und zum Theil mit dem Eise zu kämpfen haben. Aus diesem Grunde lassen sich weder die wohlfeilen Rasen noch irgend andere lebendige Gewächse als immer währende Uferbedeckung anwenden. Denn obwohl es allerley Pflanzen, Stauden und Gräser gibt, die im stillen, so wohl salzigen als süßen Wasser, wachsen, so kommen dieselben doch niemahls fort in solchem Gewässer, das in lebhafter strömenden Bewegung ist, welcher letztere Fall fast alle Mahl mit einem erheblichen Uferabbruch verknüpft ist. Den Wellenschlag allein, weil er vorübergehend ist, halten verschiedene Seegräser gut aus. Daher wo der tiefe Strom weit vom Ufer entfernt ist, gelingt es oft die Ufer so weit sie über tägliche Fluthhöhe erhaben sind, durch Anpflanzung von Seestrand-Gräsern hinlänglich zu befe-

stigen. Wo aber Ströme in der Nähe sind, da sind die Tiefen größer, der Wellenschlag heftiger, und es werden fast alle Mahl solide Bauwerke erfordert.

§. 56.

Da wir also auf zwey vorzüglich angreifende Kräfte des Wassers Rücksicht zu nehmen haben; Wellenschlag und Strom; so will ich zuerst mit den Werken mich beschäftigen, die mit den Wellen zu kämpfen haben. Und da ich hierin die Ordnung im Anhang zur Deichswirthschaft §. 64 zu befolgen mir vorgenommen habe; so ist der erste Gegenstand die Anschwemmung des Schlamms zur Befestigung und Ausdehnung des Seestrandes. Es ist dieses zwar meistens eine öconomische Operation; inzwischen ist das eigentlich Naturgesetz der Alluvion, oder die Verhältniß zwischen Wassertiefe, Quantität der Anschlämmung und Zeit ein Gegenstand der Mathematik; und es scheint nicht, daß ohne diese letztere darauf anzuwenden, man zu einer deutlichen Vorstellung gelangen könne.

Es sey demnach Fig. 19 aα die Tiefe des Strandes oder irgend eines Bassins unter dem Horizont des trüben Wassers. Die Quantität des Trüben welche das Wasser bey sich führt sey irgend ein Theil seines Volumens z. B. $\frac{1}{n}$ v, wenn v das ganze Volumen bedeutet. Und man setze, daß dieses Trübe in der ganzen Wassermasse gleichförmig vertheilt sey, auch daß bey jeder Anschwellung das Wasser über den Grund PQ ein Theil, z. B. $\frac{1}{r}$, dieses Trüben sich niederschlage; so ist die Quantität dieses Niederschlages oder der Aufschlämmung $= \frac{1}{r} . \frac{1}{n}$ v; oder wenn v $= 1$; so ist die Aufschlämmung $\frac{1}{r} . \frac{1}{n}$ wofür ich $\frac{1}{m}$ setzen will. Wenn nun das Wasser

so

so oft es in das Schlammbehältniß hereintritt den Horizont az erreicht, so wird die Höhe der ersten Anschwemmung $\frac{1}{m}$ aα = α. 1 seyn. Es sey die Linie az winkelrecht auf αa in gleiche Theile ab = bc = cd ꝛc. getheilt und durch die Zahl dieser Theile die Anzahl der Ueberschwemmung vorgestellt, also daß ab = 1; ab = 2; ac = 3, die erste, zweyte und dritte Ueberschwemmung bedeuten, und es seyn die zugehörigen senkrechten Ordinaten aα = A; bβ = B; cγ = C, diejenigen Wassertiefen welche bey jeder Anschwemmung vorhanden, also daß α1; α2; α3 die Höhe der Alluvion nach der 1ten, 2ten und 3ten Anschwemmung bedeuten: so ist die erste Wassertiefe = A; die zweyte = A — $\frac{1}{m}$ A = B; die dritte = B — $\frac{1}{m}$ B = C u. s. w.

Wir haben also

$$A : B = A : A - \frac{1}{m} A$$

$$B : C = B : B - \frac{1}{m} B$$

Es ist aber $A : A - \frac{1}{m} A = B : B - \frac{1}{m} B = 1 : 1 - \frac{1}{m}$. Also ist A : B = B : C oder die Ordinaten A; B und C sind in proport. continua; und weil dieses für alle übrige gilt, so sind sie alle in einer geometrischen Progression; deren Exponent $= \frac{1 - \frac{1}{m}}{1} = 1 - \frac{1}{m}$ folglich ein Bruch ist, wenn die Progression abnehmend, wie es hier der Fall, angesehen wird. Würde sie aber wachsend, nähmlich von z gegen a betrachtet, so wäre $\frac{1}{1 - \frac{1}{m}} = 1 + \frac{1}{m}$ der Exponent. Im ersten Fall

kann die Curve $\alpha\delta\omega$ eine **Alluvionslinie** heissen, die im letztern Falle auch die **Corrosion** ausdrückt. Die Corrosion wäre also nichts anders als eine negative Alluvion, weil sie nach demselben Gesetz zu erfolgen scheint. Denn da die Abnahme des Grundes (oder wie wir am Seestrande zu reden pflegen, die **Erniedrigung des Wattes**) nicht anders geschehen kann, als daß das überlaufende Wasser eine Menge Erdtheilchen aufnimmt die $= \frac{1}{m}$ seines Volumens gesetzt werden kann; so wird mit zunehmender Tiefe sich das Volumen vermehren, und der Abbruch in einer zunehmenden geometrischen Progression geschehen, gleichwie die Alluvion in der gleichen abnehmenden Reihe erfolgt. Inzwischen ist doch nicht zu leugnen, daß bey der Corrosion noch mehrere Dinge sich einmischen, die es verursachen, daß sie nicht grenzenlos zunehmen und folglich durch die Natur dieser Linie nicht ganz dargestellt werden kann. Was aber die Alluvion betrifft, so kann uns diese Curve zur richtigen Entdeckung und Erklärung der dabey vorkommenden Phänomene und Eigenschaften dienen, die nun noch etwas näher zu erörtern sind.

§. 57.

Die gerade Linie az drückt zwar eigentlich die Zahl der Anschwemmungen aus; wenn aber diese Anschwemmungen periodisch erfolgen, so sind sie der Zeit proportional, so daß in der doppelten oder dreyfachen Zeit, auch doppelt oder dreyfach so viele Ueberschwemmungen geschehen als in der einfachen. Und dieß ist der Fall bey den Meersfluthen mit denen wir es hier zu thun haben, die in jedem Mondestag zwey Mahl sich ergießen. Wir können also durch die gerade Linie az die Zeit vorstellig machen. Wenn daher für irgend eine bekannte Zeit, z. B. 1 Woche, 1 Monat, 1 Jahr oder 1 Seculum, die Höhe der Auffschlämmung bekannt z. B. 1 Zoll, 1 Fuß oder

1 Elle

1 Elle ist; so können wir sie für jede vergangne oder folgende Zeit angeben, z. B. in der Zeit $cd = t$; sey die Wassertiefe $d\delta = A$ und die Höhe $\delta r = \frac{1}{m} A$ vermindert oder aufgeschlämmt worden; man verlangt die Höhe der Alluvion (I) in der vergangnen Zeit $ad = nt$, oder (II) in der künftigen $dg = nt$.

Zum I. Das erste Glied der Progression ist $= A$.

Der Exponent $1 \mp \frac{1}{m}$ ist $= e$

Die Zahl der Glieder $= n$

so ist das letzte Glied zu dieser Progression zu suchen; und dieses ist, wie man aus der Reihe

$$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & & n \\ A; & eA; & e^2A; & e^3A & \ldots & e^{n-1}A \end{matrix}$$

leicht übersieht $= e^{n-1}A$; als der Ausdruck für die Wassertiefe vor der Zeit nt oder vor der Zeit $= n$ wenn $t = 1$ ist; die Differenz zwischen dem ersten und letzten Gliede $= e^{n-1}A - A$ ist die Erhöhung der Alluvion in n Jahren wenn $t = 1$ Jahr ist.

Zum II. für die Höhe der künftigen Anschlemmung ist $e = 1 - \frac{1}{m}$ und übrigens wie vorhin das nte Glied $= e^{n-1}A$. Also die Höhe der Alluvion in n Jahren $= A - e^{n-1}A$. Wird das nte Glied $= v$ gesetzt; so hat man vier zusammengehörige Größen A, e, n, v wenn davon drey bekannt sind, kann man die vierte alle Mahl finden folglich alle vorkommende Fragen beantworten: z. B. aus A, n und v die Menge des Trüben zu bestimmen, welche das Wasser enthält (diese erhält man nähmlich mit e); oder aus n, v und e die Höhe des Wassers oder der Deiche zu bestimmen, welche nöthig ist, die Alluvion in der gegebenen Zeit zu vollenden u. s. w. Eine wichtige Frage ist diese: wenn wird die Alluvion die Höhe des Wassers erreicht haben? Diese Zeit sey

$= n$;

$= n$; so ist die dazu gehörige Höhe der Alluvion $= A - v$; und diese muß $= A$ folglich $v = o$ seyn. Es ist aber $v = e^{n-1} A = \left(1 - \frac{1}{m}\right)^{n-1} A$; und diese Größe kann nicht $= o$ werden oder es muß entweder $m = 1$; oder $n = \infty$ gesetzt werden. Das erstere ist gegen die Voraussetzung; denn es kann das Wasser nicht selbst zu Erde werden; also muß das letztere gelten. Es wird demnach eine unendliche Reihe von Jahren dazu erfordert, daß sich die Alluvion bis zur Höhe der Wasserfläche erhebe, oder vielmehr sie kann diese Höhe nie erreichen. Daraus folgt, daß die gerade Linie a z von der Alluvionscurve $a\omega$ nicht anders als in einer unendlichen Entfernung berührt werde; folglich ihre Asymptote ist. Dieses ist auch der Erfahrung gemäß. Die Schlammbehältnisse a, a, a (1ter Band fig. 10) erhöhen sich anfänglich ziemlich schnell, aber nach und nach immer weniger, und man ist genöthiget durch Aufwerfung kleiner Grüppen (Gräben) und Anpflanzung von Gräsern zu Hülfe zu kommen, wenn man es damit zu einiger Höhe über die Meersfläche bringen will. Daß aber die Seeprovinzen ohne menschliches Zuthun einige Fuß über die ordinäre Fluthhöhe jetzt erhaben sind, könnte daraus wohl erklärt werden, daß entweder die Meersfläche sich erniedriget habe, oder daß solche Erhöhung von **ausserordentlichen** Ueberschwemmungen herrühre. Denn obwohl es nicht zu leugnen ist, daß die Sturmfluthen wegen der ästuarischen Bewegung des Wassers der entblößten Erdfläche gewöhnlich mehr rauben als zuführen, so pflegen sie doch alle Mahl zwischen den Gräsern, wo diese nur erst vorhanden sind einigen Schlamm zurück zu lassen. (S. die Erste Abh. §. 71.)

Zus. 1. Mit diesem Alluvions-Gesetze hoffe ich den größten Theil dessen geleistet zu haben, was Herr **Fossombroni** (S. 1ter B. d. Beytr. pag. 125 ꝛc.) in

Betreff

Betreff der Bonification durch Anschwemmung von den Hydraulikern desiderirt.

Zusatz 2. Wir haben vorhin das nte Glied $= e^{n-1} A$ gefunden, und dann war A das erste, fangen wir aber mit Null bey A an und seßen

$$A; eA; e^2A \ldots\ldots e^n A$$
$$0. \quad 1. \quad 2 \ldots\ldots n$$

so wird das nte Glied $= e^n A$ wo alsdann A irgend eine bekannte Ordinate $d\delta$ ist. Es sey nun $db = x$; $b\beta = y$; $cd = B$; so ist $\frac{x}{B} = n$; und $y = e^n A$; oder $e^n = \frac{y}{A}$; folglich ist auch $e^{x:B} = \frac{y}{A}$. also $\frac{x}{B} \log e = \log \frac{y}{A}$. Es ist $e = 1 \dotplus \frac{1}{m}$; und wir können $\log. e = 1$ seßen; d. h. ein solches System von Logarithmen annehmen, dessen Grundzahl $= 1 \dotplus \frac{1}{m}$. dann ist $\frac{x}{B} = \log \frac{y}{A}$. Sollen diese log in die Hyperbolischen verwandelt werden, deren Grundzahl $= 2{,}71828 \ldots$ so kann dieß bekanntlich durch Division, Multiplication mit irgend einer beständigen Zahl $= p$ geschehen, welche der Modulus des Systems genannt wird. $\frac{x}{B}$ ist nähmlich der log von der Zahl $\frac{y}{A}$ in einem System wo $\log \left(1 \dotplus \frac{1}{m}\right) = 1$. Hingegen $\frac{x}{pB}$ ist der $\log \frac{y}{A}$ im natürlichen System. Also haben wir $\frac{x}{B} = p \log. nat. \frac{y}{A}$ als die Gleichung zwischen den rechtwinkligen Coordinaten, wonach die Linie construirt werden kann. Wenn m bekannt ist findet man $p = \frac{1}{\log. nat. \left(1 \dotplus \frac{1}{m}\right)}$. Es sind demnach die Abscissen, wenn sie mit einer beständigen Größe dividirt werden, alle Mahl die natürlichen log. der Ordinaten,

deren

deren Maß eine beständige Ordinate = A ist. Und dieß ist die Ursache warum dergleichen Curve von den Lehrern der Mathematik eine **logarithmische** Linie genannt wird. Wenn die Abscissen auf a d genommen werden, so ist $y > A$; und $\frac{y}{A} > 1$ wird aber x negativ, das heißt nach den entgegengesetzten Seiten gegen a z genommen, so ist $\frac{y}{A} < 1$, und der log. wird auch negativ, wie es der Natur der Sache gemäß ist, weil Brüche negative Logarithmen haben.

§. 58.

Die Gestalt der Schlammbehältnisse, scheint in Ansehung der Aufschlämmung ziemlich gleichgültig zu seyn, und so kann man die gezeichnete geradlinige als die leichteste beybehalten. Die Größe aber hängt etwas von der Situation ab, und muß so beschaffen seyn, daß die herschenden Winde das Wasser nicht eher beunruhigen können bis die Wellen darüber hingehen. Ungefähr 10 Ruthen lang und breit wird meistens zweckdienlich seyn. Die Schlickdämme müssen in der oberen Fläche am stärksten seyn, daher convenirt eine convexe Rundung des Profils, z. B. ein Segment eines Zirkels oder eine Ellipse. Um der Alluvion eine gelinde Neigung stromwärts zu geben, müssen diejenigen Dämme welche vom Ufer ab gegen den Strom sich erstrecken einen gelinden Abhang etwa von 1 Fuß auf die ganze Länge haben. Ist z. B. unmittelbar am Ufer der Damm 1 Fuß über die tägliche Fluth erhaben, so mag er auf seine Länge stromwärts bis zur ordinären Fluthhöhe allmählich herab sinken.

§. 59.

Ich komme nun zur Anhägerung des Sandes. Aber diese Materie ist für die Seeufer sehr wichtig, und es muß mehr darüber gesagt werden als hier der Raum ver-

verstattet. Daher verspare ich das hieher gehörige zu einer besondern Abhandlung **über die Sanddünen am Nordmeer.** Es folgen also die unmittelbaren Bekleidungen (revetements) der Ufer. Und weil ich deren nur zwey vorgeschlagen habe; so ist hier zu zeigen, wie man ihre Stärke zu beurtheilen und danach die Gestalt zu reguliren habe.

§. 60.

Wo der Seestrand abbricht, da pflegt das Ufer nie eine gerade oder regelmäßig gekrümmte Linie zu bilden, sondern der grüne Außendeich (S. fig. 10. 1 B.) hat unmittelbar am Watte gewöhnlich unzählige aus- und eintretende Ecken; Einrisse, Kölke, Busen wechseln mit Vorsprüngen, Spitzen, Landzungen ohne Unterlaß ab, und vervielfältigen den Wellenschlag und den Abbruch gar sehr. Diese Abbruchslinie ist nicht selten mehr als doppelt so lang als das eigentliche Ufer. Es würde also eine üble Oeconomie verrathen, wenn man mit dem Revetement die eigentliche Abbruchslinie verfolgen wollte. Vielmehr muß man dabey allezeit die kürzeste Linie vor Augen haben, folglich eine gerade oder regelmäßige Curve wählen. Hat man also diejenige Breite des Vorlandes (§. 70. 1te Abhandl.) welche nothwendig conservirt werden muß, bestimmt; so stecke man diese Linie, als die künftige Uferlinie, ab. Die Einrisse welche am meisten avancirt sind, werden dieselbe Linie zuerst erreichen, und dann bekleidet. Die übrigen werden in den folgenden Jahren nachfolgen, und so muß man das Revetement allmählich continuiren, bis endlich das ganze Ufer in regelmäßiger Gestalt bedeckt ist. Da übrigens bey dieser Uferlinie dieselbe Stetigkeit zu beobachten ist, welche im vorhergehenden von der Deichslinie erwähnt worden, so wird es unnöthig seyn, die deßhalb gegebenen Anleitungen hier zu wiederhohlen. Wir können daher gleich zur Gestalt des Profils übergehen.

§. 61.

§. 61.

Die Festigkeit der Strohbestickung beruht theils auf der Dauer des Strohes, und diese läßt sich durch die Gestalt des Profils weder vermindern noch vermehren; in der Zeit eines Jahrs pflegt es größten Theils zu vermodern. Die **mechanische** Festigkeit der Bestickung beruht aber auf der Menge der **Strohkrampen** auf eine gegebene Fläche und auf ihre Tiefe. Wenn das Erdreich einiger Maßen Zähigkeit und Zusammenhang hat (denn darauf kommt bey der Strohstickung alles an; in Sand ist sie nicht haltbar zu machen), so sind 9 Krampen oder Stiche auf 1 Quadratfuß zureichend; auch genügt es wenn die Krampen 7 bis 9 Zoll unterhalb der Strohdecke in der Erde tief sind. Es sollten nun die Stiche alle Mahl senkrecht durch die Fläche geschehen; und dann hinge die Festigkeit der Strohstickung von der Schräge des Ufers gar nicht ab, wenigstens nicht mehr ab, als die Festigkeit der Erde selbst davon abhängt; sondern ihre Festigkeit wäre alle Mahl = 1 zu achten, die Dossirung des Ufers möchte wie man will beschaffen seyn. Aber diese Vorschrift befolgen die Sticker nie ganz, und können das auch nicht wohl. Denn da sie die Sticknadel mit der Schwere ihres Körpers eindrücken müssen, und dazu gar oft fast das ganze Gewicht desselben erforderlich ist; so richten sie die Nadel meistens lothrecht auf den Horizont, in welchem Falle sie die größte Kraft darauf ausüben können. Dann haben die Krampen dieselbe Richtung welche die Wurzeln und Halme der Gräser haben. Die Festigkeit der Strohdecke ist nun nicht beständig, sondern sie hängt von der Schräge des Ufers so ab, daß sie dem Cosinus des Neigungswinkels proportional ist. Es sind nähmlich nicht mehr verticale Stiche auf den schrägen Flächen AB und AC (fig. 10) als auf der Basis AK möglich. Demnach ist die Dichtigkeit der Krampfen auf AB zu der auf $AC = \frac{AK}{AB} : \frac{AK}{AC} = \text{Cof BAK}$:

Cof

Cof CAK. Weil es also mit der positiven mechanischen Stärke der Strohstickung dieselbe Bewandniß hat, wie mit dem grünen Rasen, und weil auch der Wellenschlag gegen das Seeufer sich eben so verhält, wie gegen den Seedeich; so würde aus diesem Grunde eine convexe Curve zur Böschungslinie zweckmäßig seyn. Ob nun wohl dieses seine völlige Richtigkeit hat, so lehrt doch die Erfahrung, daß eine geradlinige Strohböschung gewöhnlich am Fuße eben so viel oder wohl noch mehr Schaden nimmt als weiter aufwärts, und es scheint, daß dieß von der chemischen Stärke des Strohes herrührt; welche sich desto länger erhält, je mehr es trocken bleibt oder je weniger es vom Wasser macerirt wird. Es ist also keinesweges eine gekrümmte Böschungslinie für die Strohmatten anzurathen, sondern man kann auch hier bey der geraden Linie bleiben, um so mehr, da es hier einiger Maßen in unsrer Gewalt ist, die positive Stärke derselben nach Bedürfniß etwas zu vermehren. Fände es sich z. B. daß dergleichen Strohstickung oberhalb oder in der Mitte oder unterhalb continuirlich am meisten beschädiget würde, so könnten daselbst die Krampen-Reihen e e, d d, (fig. 12. 1ter B.) nur etwas dichter als in dem übrigen Theile der Böschung genommen werden. Der angegebene Grund, warum die Strohbestickungen eben so viel oder wohl noch mehr Schaden unten als oben nehmen, findet jedoch nur bey eigentlichen Ufern die täglich von der Fluth bespült werden und nicht bey Deichen, welche nur dann und wann von den Sturmfluthen getroffen werden, statt. Wo man also diese letztern mit Stroh decken wollte, da hat es keinen Zweifel, daß es zur Verminderung der jährlichen Kosten, rathsam wäre, die Dossirungslinie möglichst abzukürzen und des Endes die zweckmäßigste Curve zu suchen; ich halte mich aber hiebey nicht auf, weil ich überhaupt nur grüne Deiche und keine Strohdeiche billige.

Wo endlich die Strohbesrickungen sehr viel mit dem Eise zu kämpfen haben (welches zum Glücke an den Seeufern doch so sehr häufig nicht zu seyn pflegt), da sind sie auf keinerley Weise haltbar zu machen; sondern man ist genöthiget Steindossirungen zu machen.

§. 62.

Bey der Festigkeit der Steindossirung kommt zuerst die Gestalt der Steine in Betracht. Es ist leicht zu erachten, daß behauene, gebrochne, oder gebackne Steine von regulärer Form ein festeres Werk geben als allerley unregelmäßige Körper (pierre de rencontre) von unzähliger Form. Man vergleiche nur Fig. 20 die Revetemens AB und AC. In jenem schließen die Steine dicht an einander und berühren sich in unzähligen Puncten; diese berühren sich oft nur in Einem oder zwey Puncten und lassen in der Oberfläche viele offne Stellen. Dorten haben die Steine eine ganz ebene Oberfläche die keine prise gibt; und es ist daher dem Wellenschlag unmöglich irgend einen Stein auszuheben. Diese, die Felssteine, geben eine äußerst rauhe und höckerichte Fläche die unzählig vervielfältigten Angriff darbietet. Dorten bey regulären Steinen findet eine Art von unerschütterlicher Beklemmung statt; bey den rohen Felssteinen, wenn man auch durch dazwischen gekeilte kleinere Stopf- und Zwicksteine eine Art Beklemmung oder vermehrte Friction hervorbringt, reicht die mindeste Erschütterung zu, selbige ganz zu unterbrechen, und einzelne Steine durch den Wellenschlag heraus zu werfen. Es folgt hieraus zweyerley in Rücksicht auf die Construction: 1) reguläre Steine (pierre de taille; briques) können unmittelbar auf Thonerde oder Lehmen gesetzt werden; den Felssteinen aber, weil sie nicht leicht zusammen schließen, auch einzelne Steine heraus geworfen werden können, ist eine Unterlage von Ziegelgraus ꝛc. (§. 69. 1te Abhandl.) nothwendig. 2) Bey jenen kann die Beklemmung der Festigkeit gleich

und

und das ganze als eine einzige Masse beynahe angesehen werden; bey diesen hingegen darf man auf Beklemmung gar nicht rechnen, sondern muß es so machen, daß jeder einzelne Stein, vermöge seiner eignen Schwere, fest liege.

Meine gegenwärtige Untersuchung beschränkt sich bloß auf Dossirungen von der letzten Art, nähmlich von Felssteinen (**Feldsteine, Wacken**, saxum) welche in unsern Gegenden auf den Geesthöhen in der Nachbarschaft der Marschen angetroffen werden. Ihre Gestalt ist eben so mannigfaltig als die Zahl der Sandkörner, obwohl sie größten Theils etwas in das rhomboidalische fällt. Die eigenthümliche Schwere derselben zum Wasser, die man wie 2,6 : 1 ungefähr setzen kann, ist bey größern nicht größer wie bey kleinern und selbst bey dem eigentlichen Sande so, der auch mit diesen Steinen zu einerley Geschlecht zu gehören scheint. Und obwohl keine zwey Steine oder keine zwey Sandkörner dürften zu finden seyn, die sich vollkommen ähnlich wären, so kann man doch ohne sonderlichen Irrthum annehmen, daß eine beträchtliche Menge großer Steine, einer großen Anzahl kleiner vollkommen genug ähnlich sey, also daß die Schlüsse in so fern sie auf Aehnlichkeit und auf specifische Schwere sich beziehen von einer jeden Sorte von Steinen dieser Art gleich gelten; ich habe mich davon durch mehrere angestellte Versuche überzeugt. Füllt man nähmlich ein Gefäß mit Steinen die alle gleicher Größe sind, an; so ist **erstlich** das Gewicht beynahe ganz dasselbe die Steine mögen $\frac{1}{2}$ Fuß oder 2 oder 1 Zoll im Durchmesser, oder auch purer Sand seyn. **Zweytens** auch die Summe der Zwischenräume ist sehr nahe gleich groß und $= 0{,}399$ oder $= \frac{2}{5}$ des ganzen Volumens. Nähmlich wenn das Gefäß mit Steinen, Kiesel oder Sand gefüllt ist, und man gießt Wasser hinzu, so ist der Raum des Gefäßes $= 1$; $\frac{3}{5}$ mit Steinen und $\frac{2}{5}$ mit Wasser gefüllt. Ohne Wasser wiegt der Hamb. Cubikfuß ungefähr 76 bis 77; mit Wasser gesät-

tiget aber 96 Pfund. Da dieses nun für größere und kleinere Steine und Kies zutrifft, so folgere ich daraus ihre Aehnlichkeit und gleiche specifische Schwere. Der massive Cubikfuß Felssteine ist ungefähr 127 bis 130 Pfund schwer.

§. 63.

Wir wollen uns zwey ungleiche aber ähnliche Steine auf einem horizontalen Boden, (das ist in der möglichst festen Lage) liegend vorstellen. Ihre Gewichte seyn P und p, ihre gleichnahmigen Durchmesser D und d. Man nehme an, daß sie mit einem Strom ganz umflossen seyn, und daß das Wasser nach irgend einer Richtung auf zwey gleichnahmige Seiten derselben stoße mit den verschiedenen Geschwindigkeiten C und c; so entsteht daher ein Druck auf die Steine, der sie zu bewegen strebt. Diese Kraft sey V und v; so hat man $V : v = CCDD : ccdd$, weil die gestoßenen Flächen dem Quadrate der Durchmesser proportional sind. Der Widerstand ist ihren Gewichten proportional. Für den Fall des Gleichgewichts ist also $V : v = P : p = D^3 : d^3$. weil sich die Gewichte wie die Würfel der Durchmesser verhalten. Also ist auch $D^3 : d^3 = C^2 D^2 : c^2 d^2$; oder $D : d = CC : cc$. das heißt der Steine Durchmesser müssen cet. par. den Quadraten der Geschwindigkeit proportional seyn, wenn sie mit dem Stoß des Wassers oder mit dem Wellenschlage im Gleichgewichte seyn sollen. Wenn man die Glieder dieser Proportion auf die dritte Potenz erhebt, so ist $D^3 : d^3 = C^6 : c^6$. das heißt die Größen oder die Gewichte der Steine verhalten sich für den Fall des Gleichgewichts wie die Geschwindigkeiten in der sechsten Potenz. Man kann diesen Satz das Bewegungsgesetz nennen, nach welchem die Ströme allerley Sand und Kiesel forttreiben und ihre Schläuche tief erhalten können. **Brahms**, welcher meines Wissens der erste ist, welcher ihn angegeben hat, drückt ihn (§. 21. a. a. O.) so aus: Es verhalten

halten sich die Kräfte des Wassers um Körper von einerley Art zu bewegen und aus ihrer Stelle zu vertreiben, wie die cubi der Höhen, welche den Geschwindigkeiten gehören; oder wie die cubi quadratorum der Geschwindigkeiten selbst.

Zus. 1. Um ein wirkliches Beyspiel zu berechnen wie groß die Geschwindigkeit des Wassers seyn könne um einen Stein von gegebener Größe fortzustoßen, so wollen wir uns einen Würfel von 1 Cubikfuß vorstellen. Weil derselbe immer auf einer seiner Seiten horizontal liegen wird, so stoße das Wasser auf eine verticale zuerst senkrecht. Bey der Geschwindigkeit = 1, ist dann der Stoß = 0,887 Pfund (Theorie und Gebrauch des Hydromet. Flüg. §. 45.) bey der Geschwindigkeit = c, ist derselbe also = 0,887. cc Pfund, wo Hamb. Fußmaß und Gewicht zu verstehen ist. Das Gewicht des Steins im Wasser ist (2,6 − 1) $48\frac{1}{2}$ Pf. = 77,6 Pf. wenn 1 Cubikfuß Wasser = $48\frac{1}{2}$ Pf. gerechnet wird. Die Friction $\frac{5}{8}$ des Drucks, ist $\frac{5}{8}$. 77,6 Pf. = $48\frac{1}{2}$ Pf. der Widerstand des Steins. Also ist $48\frac{1}{2}$ = 0,887. cc; oder c = $\sqrt{54,7}$ = 7,4 Fuß.

Zweytens der Strom stoße überecks, oder die Richtung des Stroms sey mit der Diagonallinie der Grundfläche des Würfels parallel. So stößt er auf zwey Flächen und auf jede mit der Kraft = 0,887 (c. Sin 45°)^2 = 0,4435 cc Pf. und dieß zwey Mahl genommen ist der gesammte mit der Richtung des Stroms fortschiebende Druck. Und da der Widerstand des Steins auch derselbe bleibt; so ist er in beiden Fällen bey der Geschwindigkeit = 7,4 Fuß mit dem Strom im Gleichgewicht und bey jeder Geschwindigkeit die größer ist, wird er fortgeschoben. Wenn die Richtung des Stroms mit den Horizont parallel bleibt in welchem Fall er nie mehr als zwey Seiten des Würfels treffen kann; so ändern die verschiednen Lagen des Steins den Stoß nicht. Denn

es sey der Anstoßwinkel auf der einen Seite $= \alpha$ so ist er auf der andern $= 90° - \alpha$. und der Stoß $= 0{,}887.$ cc. $\sin \alpha^2 \boxplus 0{,}887.$ cc. $\sin (90° - \alpha)^2 = 0{,}887.$ cc $(\sin \alpha^2 \boxplus \cos \alpha^2) = 0{,}887$ cc; weil $\sin \alpha^2 \boxplus \cos \alpha^2 = 1$. Man erinnere sich, daß hier von dem mit dem Strom parallelen Druck die Rede ist. Der totale von dem Stoße herrührende Druck ist größer und alle Mahl $= 0{,}887.$ cc $(\sin \alpha. 4 \cos \alpha)$. Wollten wir untersuchen, wie groß die Geschwindigkeit seyn müsse, wenn der Stein auf dem Strome schwimmen sollte, wie z. B. auf einem Stral, der aus einer Fontaine aufsteigt, Kugeln schwebend erhalten werden; so wird in solchem Fall das ganze Gewicht des Steins von dem Stral unterstützt, und wir haben $2{,}6. 48\frac{1}{2} = 126{,}1 = 0{,}887.$ cc. daraus wird $c = 11{,}97$ Fuß oder beynahe 12 Fuß in 1 Sec. gefunden. Diese letztere Vorstellungsart scheint **Brahms** gebraucht und darauf die Berechnung seiner Tabelle §. 198 a. a. O. begründet zu haben, aber sie findet bey eigentlichen Strom und Wellen nicht statt und gibt die Geschwindigkeit zu groß oder die Steine verhältnißmäßig zu klein. Wir müssen daher die erste Formel behalten und wenn für irgend eine Sorte Steine die wir uns als Würfel mit der Seite $= d$ vorstellen, die zugehörige Geschwindigkeit im Fall des Gleichgewichts zu bestimmen ist, so haben wir

$1 : d^3 = 7{,}4^6 : C^6$ oder auch

$1 : d = 7{,}4^2 : cc$; also $54{,}7\ d = cc.$

daraus kann d oder c gefunden werden, wenn eins davon gegeben ist. Für $d = \frac{1}{10}$ (das ist $= 1$ Zoll) ist $c = \sqrt{5{,}47} = 2{,}3$ Fuß. Herr **du Buat** fand durch Versuche das Equilibrium für eine zöllige Kiesel bey einer Geschwindigkeit von 2 Fuß (S. 1ten B. IV. St. der Anz. §. 70 – 74); welches also mit der Rechnung gut genug zusammentrifft. Es sind zwar alle Steine und Kiesel gewöhnlich etwas abgerundet; und das vermindert den Stoß, aber eben diese Abrundung trägt auch dazu

bey,

bey, daß sie leichter fortgewälzt werden. Auch läßt sich dergleichen unregelmäßige Abrundung schwerlich in Rechnung bringen. Wäre der Stein eine vollkommne Kugel auf einem harten Grund, so wäre das Moment der Friction $= o$, und der geringste Stoß würde den größten Stein in Bewegung setzen, aber dergleichen Steine senken sich gewöhnlich etwas in den Grund ein, wodurch die Friction ein beträchtliches Moment erhält und der Umwälzung widersteht. — Es werden hin und wieder in den hiesigen Heidegegenden Steine angetroffen die über 25 bis 30000 Pfund schwer sind, oder bey welchen man $d = 6$ Fuß setzen kann. Wofern diese Steine durch Wasser sind fortgewälzt worden; so muß $cc > 328{,}2$ oder $c > 18{,}11$ Fuß gewesen seyn. Eine so große Geschwindigkeit wird gegenwärtig wohl nirgends in den Strömen gefunden.

§. 64.

Ob es nun wohl nicht zu leugnen ist, daß es einige wenige Steine geben könne, welche genugsam kugel- oder zylinderförmig abgerundet und daher viel leichter fort zu **wälzen** als fort zu **schieben** sind; so ist doch bey weiten die größte Zahl derselben breit, platt, länglich, rautenförmig und nur die Ecken und Kanten etwas abgerundet. Sie legen sich bey der ersten Erschütterung auf die platte Seite; und das Wasser kann sie dann nicht umwälzen sondern nur fortschieben. Das Gewicht eines solchen Steins sey $= p$; so ist die Festigkeit seiner horizontalen Lage, das ist die Friction $= \frac{5}{8}. p$. Liegt der Stein auf einer schrägen Fläche deren Neigungswinkel $= \alpha$; so ist die Friction $= \frac{5}{8} p \operatorname{Cof} \alpha$; die Festigkeit seiner Lage $(\frac{5}{8} \operatorname{Cof} \alpha - \operatorname{Sin} \alpha)\, p$, weil der Stein mit der Kraft $p \operatorname{Sin} \alpha$ zu fallen strebt. Diese Festigkeit wird $= o$, wenn $\frac{5}{8} = \frac{\operatorname{Sin} \alpha}{\operatorname{Cof.} \alpha} = \operatorname{tang} 32°$. So groß darf also α nie genommen werden, wenn der einzelne Stein vermöge seiner eignen Schwere widerstehen soll.

Es gilt aber dieser Ausdruck der positiven Festigkeit nur für isolirte Steine. Bey ganzen Steinlagerungen scheint die Festigkeit der Lage einzelner Steine auf andern Gründen zu beruhen. Wenn nähmlich die Steine alle neben einander so dicht als möglich gesetzt sind, so kann kein Stein heraus kommen oder er muß wirklich gehoben werden. Wenn das Steinlager horizontal ist, so ist die Höhe um welche der Stein muß gehoben werden, des Lagers Dicke oder welches einerley ist des Steins Durchmesser gleich. Ist aber die Steinlagerung schräge, welchen Falls sie **Steinböschung** oder **Steindossirung** genannt wird; so vermindert sich die lothrechte Höhe, um welche ein herauszuwerfender Stein muß gehoben werden in Verhältniß des Cos. des Böschungswinkels. Es sey die Dicke der Böschung oder der Durchmesser der Steine senkrecht auf die Böschung $= d$ so ist $d. \cos \alpha$ die lothrechte Höhe, auf welche der Stein zu heben ist, bevor er aus dem Lager kommen kann. Sein Gewicht ist d^3 proportional; also kann die positive Festigkeit seiner Lage durch $d^4. \cos \alpha$ ausgedrückt werden, wenn auf die etwanige Beklemmung der Steine nicht gerechnet wird, welche, wie bereits erwähnt, ich deßwegen nicht in Betracht ziehe, weil sie durch Erschütterung von Wellen gar leicht kann unterbrochen werden. Dieser Ausdruck ist also desto richtiger je kleiner α oder je geringer die Beklemmung ist. Wenn aber $\alpha = 90°$ genommen wird, so scheint es etwas paradox, daß die positive Stärke einer solchen lothrechten Steinmauer $= o$ seyn soll. Nichts desto weniger wird man wahrnehmen, daß dergleichen Mauer, oder vielmehr einfache Steinschicht von solchen abgerundeten unregelmäßigen Felsenstücken als wir hier voraus setzen, keinesweges zu einer beträchtlichen Höhe kann gebracht werden, ohne durch ihre eigne Schwere bey der mindesten Erschütterung abzustürzen. Daher glaube ich, daß die Formel $d^4. \cos \alpha$, auch in solchen Fällen, wo die etwanige Beklemmung und dadurch verursachte Friction am allergrößten ist, als

der

der Ausdruck für die positive Festigkeit der einfachen Steinlagerung gelten könne.

Die **relative** Festigkeit verhält sich directe wie die positive und umgekehrt wie der Wellenstoß. Und dieser letztere hängt von der Neigung der Dossirung so ab, daß er Sin α; von Geschwindigkeit der Wellen, daß er derselben Quadrat; und von der Größe der Steine, daß er dem Quadrat des Durchmessers proportional ist. Wenn also die Geschwindigkeit der anstoßenden Welle $= c$; der Durchmesser des Steins nach der Richtung parallel mit der Böschung $= \delta$; so ist die relative Festigkeit $= \frac{d^4 \text{ Cos } \alpha}{\delta c c \text{ Sin } \alpha}$. Es ist wohl zu merken, daß die beiden Durchmesser des Steins senkrecht auf einander, nähmlich d senkrecht auf die Böschung und δ parallel mit derselben zu nehmen sind. Wenn $d = \delta$ so haben wir die relative Festigkeit $= \frac{dd}{cc} \text{ Cot } \alpha$. Wenn aber die beiden Durchmesser ungleich, oder die Steine nicht so dick als lang sind, so wird die relative Festigkeit größer, wenn jeder Stein so gesetzt wird, daß sein kleinster Durchmesser mit der Fläche parallel, und der größte darauf senkrecht kommt, oder daß der kleinste $= \delta$ und der größere $= d$ ist. Und dieß wird durch die Erfahrung auch vollkommen bestätiget. Denn es zeigt sich, daß aus den Steindossirungen bey weiten nicht so viele Steine heraus geworfen werden, wenn die Steine in die hohe Kante gesetzt, als wenn sie auf die platte Seite gelegt sind. Die meisten Felssteine sind nun zwar so gestaltet, daß sie einen größern Diameter nebst einem kleinern, der auf jenen senkrecht ist, haben; wir können jedoch da es für den Zweck der folgenden Untersuchung gleichgültig ist, beide Durchmesser einander gleich setzen, und die Formel $\frac{dd \text{ Cot } \alpha}{cc}$, für die relative Festigkeit der Steinlagerung beybehalten.

Sie gilt für alle Steine die zwischen andern eingeschlossen sind; aber nicht für die äussersten Steine im Umfange der Dossirung. Nach der Länge des Ufers kann die Steindossirung allenfalls als unbegrenzt angesehen werden, ich will sagen, die Festigkeit der letzten Steine relevirt auf eine große Länge der Böschung nicht sehr; der Breite nach aber müssen die äußersten Steine, nähmlich die unterste und obere Reihe nothwendig mit Pfälen oder auf andere Art eingeschlossen werden, wenn das ganze Revetement dieselbe Festigkeit in allen einzelnen Steinen erhalten soll.

§. 65.

Wir sind nunmehr im Stande über die beste Gestalt des steinernen Revetements Ueberlegungen anzustellen. Es muß nähmlich die Böschung so beschaffen seyn, daß $\frac{dd\ Cot\ \alpha}{cc}$ für jede Stelle derselben eine beständige Größe sey. Weil nun c veränderlich und für die untersten Stellen der Böschung kleiner als für die obern ist, indem die Höhe und folglich auch die Geschwindigkeit der Wellen mit der Höhe des Wassers zunehmen: so muß auch entweder d oder α, oder beide zugleich veränderlich seyn, und mit der Höhe der Böschung zunehmen. Sollte α beständig, also die Böschung eine gerade Linie seyn, so müßten die Durchmesser der Steine von unten nach oben in eben der Progression zunehmen in welcher die Geschwindigkeit der Wellen zunimmt, damit $\frac{dd}{cc}$ unveränderlich bliebe. Für den untersten Punct der Böschung würde jedoch c nicht für unendlich klein zu achten, sondern vielmehr daselbst schon Steine von einem ansehnlichen Durchmesser nöthig seyn, deren Größe die Erfahrung lehren müßte. Es ist nähmlich, wie ich schon mehr erwähnt, c für die unterste dünne Wasserschicht freylich unendlich klein, und also könnten für den ersten Augenblick der zunehmenden Wasserhöhe auch Steine von unendlich

kleinem

kleinem Durchmesser z. B. Sandkörner genügen: aber wenn das Wasser zur Höhe von einigen Zollen und Fußen angewachsen ist, dann führt es Wellen die sich noch unmittelbar an den Grund erstrecken, und auf diese muß gerechnet werden. Wollte man also die Theorie hierin genau befolgen, und die Größe der Steine gleichsam von Null anfangen, und dann in irgend einer Progression zunehmen lassen, so müßte man sich vorstellen, daß der Anfangspunct der Dossirung etwa 3 oder 4 Fuß unter dem Horizont des Wattgrundes läge und daselbst die Progression ihren Anfang nähme. Uebrigens würde die Oberfläche der Steinböschung dann freylich eine gerade Linie, ob aber die Unterlage oder das eigentliche Ufer gerade oder convex zu machen wäre, das würde von der Natur der Progression, ob sie arithmetisch oder geometrisch sey, abhängen. Man erachtet aber leicht, daß diese Methode in der Ausübung wegen des vielen Aussuchens und Messens der Steine zu beschwerlich sey. Die Simplicität der Arbeit, Ersparung an Zeit und Kosten; die Einfalt und Sorglosigkeit, mit unter auch die Untreue der Arbeiter, nöthigen uns allezeit zu einerley Arbeit einerley Sorte Steine zu nehmen um den vorgesetzten Zweck zuverläßig zu erreichen. Dazu kommt noch, daß man nicht allein das minimum der Steine sondern auch der Unterlage vor Augen haben muß, und diese letztere deren Zweck ist, die Erde hinlänglich zu bedecken, daß sie mit dem Wasser nicht fortschwimmen könne, muß eben so dicke unter kleinen als großen Steinen, eben so stark unten als oben seyn, sie mag übrigens aus Busch, Ziegelgraus oder Kiesel bestehen. Die Quantität der Unterlage richtet sich also in jedem Fall nach der Länge der Dossirungslinie. Demnach muß ceteris paribus die kürzeste Linie gewählt werden. Also ist kein anderes Mittel übrig als Cot α veränderlich zu setzen und die Dossirungslinie zu krümmen. Denn weil dergleichen steinern Revetement sehr kostbar wird, so würde es eine große Verschwendung seyn, wenn man nicht

die

die kürzeste und zweckmäßigste Linie dazu wählen wollte. Wie nun auch die Linie übrigens beschaffen seyn mag, so sieht man doch leicht, daß sie wenigstens eine convexe Curve seyn müsse. Denn da die Dossirung unten mit einer gewissen Schräge anfangen und dieselbe mit der Höhe immer zunehmen muß, so muß auch die Neigung der Curve von unten an mit der Höhe zunehmen, und ihre Tangenten immer mehr und mehr der horizontalen Lage sich nähern ohne dieselbe je völlig zu erreichen. Letztern Falls würde nähmlich $\mathrm{Cot}\,\alpha = \infty$ seyn, welches nicht statt finden kann, ohne daß auch c unendlich würde. Um die wirkliche Gleichung für die Curve zu finden, müßte das Gesetz bekannt seyn, wie c von der Höhe abhängt. Das ist aber sehr beschwerlich ausfündig zu machen, weil man zur Zeit da Wellen entstehen und sich bewegen auf dem Wasser mit kleinen Fahrzeugen nicht verkehren noch wegen des heftigen Windstoßes irgend zuverläßige Beobachtungen anstellen kann. Was mir inzwischen hierüber am angemessesten scheint, und was ich für Maßregeln bey sehr vielen Steinarbeiten dieser Art, welche ich unter Direction der Hochlöbl. Ritzebüttelschen Stackdeputation ausgeführt, befolgt habe, das werde ich nun vortragen.

Zusatz. Als im vorigen Sommer die Hochlöbl. Ritzebüttelsche Stackdeputation den Herrn Baumeister **Sonnin** über einige hiesige Bauangelegenheiten consultirte; äußerte derselbe bey der Visitation der Uferwerke seine Meinung über die Gestalt der Steinböschungen gelegentlich dahin, daß er die concave Linie vorziehen würde. Es hat wohl keinen Zweifel, daß dieser erfahrne Greis, dessen Urtheile ich sehr hoch schätze, die natürliche Gestalt der Ufer an den obern Strömen dabey zum Augenmerk gehabt habe, welche wie man weiß der Regel nach alle Mahl concav befunden werden und allmählich in das eigentliche Flußbette übergehen. An den Seeufern, oder allenthalben wo die Gestalt des Ufers nicht den Wirkungen

des

des Stroms oder Zusammenhangs der Erde, sondern bloß der Wellenbewegung zuzuschreiben ist, werden unsre Schlüsse durch die Natur auf das vollkommenste bestätiget. Die Sandlagen längs den Ufern haben eine convexe Gestalt. Ganze Haufen oder mehrere Schiffsladungen von Ziegelgraus, Kiesel und Steinen nehmen durch ein Paar Sturmfluthen eine convexe Fläche nach der Wellenseite an. Selbst die hiesigen älteren Steindossirungen nach einer geraden Linie beweisen, daß sie convex seyn müssen, um gleichförmige Stärke zu haben. Sie nehmen nähmlich oberhalb durch eine herausgeworfne Menge Steine immer mehr Schaden als unterwärts, welches nicht anders verbessert werden kann, als daß sie oben schräger und flächer gemacht folglich convex werden.

§. 66.

Weil $\text{Cot}\,\alpha = \frac{1}{\text{tang}\,\alpha}$; so ist $\frac{\text{dd Cot}\,\alpha}{\text{cc}} = \frac{\text{dd}}{\text{cc tang}\,\alpha}$, und diesen letztern Ausdruck, weil er bequemer für die Rechnung ist, wollen wir beybehalten. Es muß also cc tang α eine beständige Grüße seyn, folglich tang α eben so wachsen wie cc abnimmt. Wenn die Geschwindigkeit der Wellen der Quadratwurzel aus ihrer Höhe proportional wäre, so würde cc die Höhe der Wellen vorstellen, und es käme darauf an zu wissen, in welcher Progression selbige abnehmen, wenn sich die Wasserfläche nach und nach erniedriget, oder die Wassertiefe abnimmt. Bloß Beobachtungen können hier entscheiden; aber sie sind mit Schwierigkeiten verknüpft, die mir fast unüberwindlich scheinen; ich habe daher in meinen bisherigen Arbeiten mich mit dem begnügt, was mir am wahrscheinlichsten vorkam, nähmlich, daß cet. parib. cc von irgend einer Wasserhöhe an unterwärts gegen den Grund in irgend einer arithmetischen Progression abnehme; ich schmeichle mir zwar nicht hiemit die Wahrheit genau getroffen zu haben, aber ich habe weder a priori noch

auch

auch aus dem Erfolge Gründe finden können von dieser Hypotheſe abzugehen, und vermuthe daher, daß ſie der Wahrheit ziemlich nahe kommen müſſe; ich zweifle auch nicht, daß alle diejenigen Höhen auf welche wir die Uferrevetemens zu erbauen pflegen, noch unterhalb derjenigen ſind, auf welche der Einfluß des Grundes zu Verminderung der Geſchwindigkeit und Höhe der Wellen ſich erſtreckt, ob ich gleich ſonſt wohl der Meinung bin, daß dieſer Einfluß ſeine Grenzen habe, und es eine Waſſerhöhe geben müſſe, über welche hinaus die Geſchwindigkeit und Höhe der Wellen von der Tiefe unabhängig und durch den Widerſtand des Grundes nicht mehr könne modificirt werden. Wenn demnach c c von jeder Höhe der Steindoſſirung an, unterwärts in arithmetiſcher Progreſſion abnehmen ſoll, ſo muß tang α in eben derſelben Progreſſion wachſen. Dieß voraus geſetzt ſey A M C (fig. 21) die geſuchte Curve, und es ſey $AP = x$; $PM = y$; MR eine Tangente in M; SR parallel mit der Horizontallinie AB; ſo iſt $MRS = \alpha$; $\frac{dy}{dx} =$ tang α. Es ſey ferner für irgend einen kleinen Werth von $x = Am = b$; der zugehörige $y = mn = a$ bekannt, oder welches einerley iſt, das erſte Glied der Progreſſion $= \frac{a}{b}$ gegeben und die Differenz $= D$ ſo drückt $\frac{x}{b}$ die Zahl der Glieder; und $\frac{dy}{dx}$ das zu x gehörige Glied aus. Der Werth von x bey welchem $\frac{dy}{dx} =$ tang $\alpha = \frac{a}{b}$ iſt, muß nun weder $= o$, noch $= b$; ſondern zwiſchen beiden in der Mitte genommen, oder $= \frac{1}{2} b$ geſetzt werden. Dann hat man $\frac{a}{b} \mp \left(\frac{x - \frac{1}{2} b}{b}\right)$ $D = \frac{dy}{dx}$; oder wenn $b = 1$ geſetzt wird (die z. B. 1 Fuß oder 1 Elle von 2 oder 3 Fuß, bedeuten kann) ſo

iſt

ist $a + (x - \frac{1}{2}) D = \frac{dy}{dx}$; und $adx + Dxdx -$ $\frac{1}{2} Ddx = dy$. Folglich $\frac{1}{2} Dxx + ax - \frac{1}{2} Dx + C = y$. Weil für $x = o$; auch $y = o$ ist, so wird $C = o$. Also ist $\frac{1}{2} Dxx + (a - \frac{1}{2} D) x = y$ die Gleichung für die Curve. Für $x = b = 1$ wird $y = \frac{a}{b} = a$. Diese Gleichung läßt sich auch auf folgende Art finden: y bedeutet nähmlich die Summe aller Glieder, deren Anzahl $= x$ ist. Das erste Glied $= a$; das x^{te} Glied $= a + (x - 1) D$. Das x^{te} Glied zum 1sten addirt und mit der halben Anzahl Glieder multiplicirt ist die Summe also $[2a + (x - 1) D] \frac{1}{2} x = y$ oder $ax + \frac{1}{2} Dxx - \frac{1}{2} Dx = y$; welches die vorige Gleichung ist. Wenn also das erste Glied und die Differenz bekannt ist, so kann man die Curve verzeichnen oder abstecken. Es ist aber die Differenz in der Praxis nie gegeben, sondern was man als gegeben ansehen kann ist die Höhe der Steindossirung nähmlich BC, die ist alle Mahl bekannt; sie sey $= H$; ferner das erste Glied $= a$, oder das letzte Glied $= v$, oder die Zahl der Glieder $= N$, welche durch die Linie AB und durch die Größe eines Gliedes $= b$ gegeben ist. Außer H kann man nur von a, v und N noch zwey nach Maßgabe der Größe der Steine und Wellenschlags wirklich annehmen, dann ist alles bestimmt. Nähmlich es ist

I; $H = \frac{1}{2} N (a + v)$

II; $v = a + (N - 1) D$

III; $D = \frac{v - a}{N - 1}$

IV; $a = \frac{2H}{N} - v$

V; $N = \frac{2H}{a + v}$

VI; $y = \frac{1}{2} Dxx + (a - \frac{1}{2} D) x$

Für

Für die Praxis ist es nun leicht und bequem außer H noch N alle Mahl anzunehmen; nähmlich zu der gegebenen Höhe BC die horizontale Anlage AB fest zu setzen. Und diese bestimmt man so, wie man thun würde, wenn die Steinböschung nach einer geraden Linie sollte construirt werden. Ist also AB bekannt und das Maß eines Gliedes $= b$ festgesetzt, so weiß man $N = \frac{AB}{b}$. Zu H und N kann man dann entweder das erste oder das letzte Glied der Progression noch annehmen. Das heißt die größte oder die kleinste Schräge der Böschung, oder den kleinsten und größten Werth von tang α (a ist der kleinste und v der größte) festsetzen. Und dieß muß wenigstens alle Mahl so geschehen, daß $a < \frac{H}{Nb}$ und $v > \frac{H}{Nb}$ wird. $\frac{H}{Nb}$ ist gleichsam der mittlere Werth für tang α; und dieser muß folglich größer als der kleinste, und kleiner als der größte seyn; ich setze man hätte v angenommen, das heißt man hätte die kleinste Stärke oder diejenige Schräge festgesetzt, welche die Böschung unten am Fuße haben muß; so hängt die größte Stärke nun nicht mehr von unsrer Willkühr ab, sondern a ergibt sich aus der Gleichung (IV) in welcher H, N und v bekannt sind. Man mag nun die größte oder kleinste Stärke, a oder v, festgesetzt haben; so ergibt sich D alle Mahl aus (III) in welcher a, N und v bekannt oder aus den übrigen Gleichungen zu finden sind. Hätte man aber a und v beide angenommen, so erhält man N aus der Gleichung (V); und dann ferner D aus (III). Weiß man aber a und D; so kann vermittelst der Gleichung (VI) die Curve construirt werden. Man bemerke aber wohl, daß bey allen diesen Gleichungen $b = 1$ zum Grunde liegt, und daß in dieser Einheit alles ausgedrückt werden müsse. Ein Beyspiel wird dieß deutlich machen.

Exempel

Exempel in Zahlen.

Es sey in der 22 fig. die Höhe der Böschung B C = 10 Fuß; und die Größe der Steine von derjenigen Mittelsorte, daß die dreymahlige Höhe zur Anlage genüge, also A B = 30 Fuß. Wollte man nun die Entfernung der Ordinaten = b = 1 Fuß nehmen, so müßte alles in Fußmaß ausgedrückt werden. Also H = 10; N = 30; v sey = $\frac{1}{2}$ oder die Schräge der Böschung unten am Fuß sey 1 : 2 (das heißt in dem letzten Werth von x wächst y um $\frac{1}{2}$ Fuß wenn x einen Fuß zunimmt, oder tang $\alpha = \frac{1}{2}$ = tang 26°. 34′). Also hat man aus

$$(IV)\ a = \frac{2H}{N} - v = \frac{20}{30} - \frac{1}{2} = \frac{1}{6}.$$

$$\text{Und aus (III)}\ D = \frac{v - a}{N - 1} = \frac{\frac{1}{2} - \frac{1}{6}}{29} = \frac{1}{87}$$

= 0,01149 . . . Folglich aus (VI) y = 0,00574 x x ✠ 0,1609 . . . x. Setzt man nun für x die Werthe 1, 2, 3 . . . bis 30 so erhält man die zugehörigen y in Fußmaß. Es ist aber in der Praxis zureichend wenn die Entfernung der Ordinaten = 2 Fuß, also = 1 Elle gesetzt werden. In diesem Falle nun ist H = 5; N = 15; und v eine abstracte Zahl bleibt = $\frac{1}{2}$ nähmlich wenn x um die letzte Elle zunimmt, so wächst y eine halbe Elle. Also

$$a = \frac{2H}{N} - v = \frac{10}{15} - \frac{1}{2} = \frac{1}{6}.$$

$$D = \frac{v - a}{N - 1} = \frac{\frac{1}{2} - \frac{1}{6}}{14} = \frac{1}{42} = 0{,}023809$$

$$y = \frac{1}{2} D x x \text{ ✠ } (a - \tfrac{1}{2} D)\ x = 0{,}011905 \ldots$$

x x ✠ 0,154761 . . . x.

Setzt man nun nach und nach für x; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 und 15; so wird y 0,1666; 0,3571; 0,5714; 0,8095; 1,0714; 1,3571; 1,6666; 2,0000; 2,3571; 2,7381; 3,1429; 3,5714; 4,0238; 4,5000; 5,0000 in Ellenmaß. Will man diese Werthe von y

in Fußmaß verwandeln, so darf nur mit 3 multiplicirt werden. Die 22te Fig. ist nach dieser Berechnung verzeichnet, und stellt das Profil einer Steinböschung vor.

Damit nun die Curve bey der Arbeit in Ausübung gebracht werde, verfahre ich folgender Gestalt.

Weil die Steinböschung unten und oben mit einer Reihe Pfäle doch muß eingefaßt werden, so werden diese Pfäle sogleich auf ihr Maß der Entfernung und Höhe gesetzt, z. B. im gegenwärtigen Falle der Pfal bey c, 10 Fuß niedriger als bey A, und ihre horizontale Entfernung 30 Fuß. Hiernächst verzeichne ich die Curve auf einem horizontalen Boden, oder auf der ebenen Diele mit Kreide, und lasse ein Schablon, welches aus ein oder zwey Bretern bestehen kann, danach ausschneiden. Dieß Schablon auf die beiden Pfäle gehalten, zeigt wie die Steine müssen gesetzt werden. Meistens ist die Steindossirung zu breit, und das Schablon aus Einem Stücke zu beschwerlich und biegsam. Dann theile ich es in zwey Theile und setze in der Mitte des obern und untern Pfals noch einen dritten Piquetpfal, welcher nach verrichteter Arbeit wieder weggenommen wird. Von halbe Ruthe zu halbe Ruthe muß das Schablon wenigstens gebraucht und die Arbeit danach genau regulirt werden.

Der Vortheil dieser gekrümmten Steindossirung über eine geradlinige, besteht darin, daß wenn man die letztere für eben dieselbe Kosten hätte machen wollen, selbige alsdann in Verhältniß des Wellenschlags wäre unten zu stark und oben zu schwach geworden. Hätte man aber der geradlinigen durchgehends dieselbe größte Stärke geben wollen, welche die gekrümmte oben hat, so würde sie ungefähr doppelt so viel Kosten erfordert haben. — Uebrigens bemerke ich noch, daß aller Orten wo an Deichen und Ufern convexe oder concave Böschungen auszuführen, und die Curven nicht ausdrücklich vorgeschrieben, oder zweifelhaft sind, man sich dieser Methode als der natürlichsten

lichsten bedienen, und die Schräge in einer arithmetischen Progression ab- oder zunehmen lassen kann.

Zusatz. Aus der Gleichung $y = \frac{1}{2} Dxx + ax - \frac{1}{2} Dx$ erhellet, daß y von drey Größen a, x und D abhängt. Eine jede dieser Größen kann man positiv und negativ setzen, und wenn man alle möglichen Veränderungen, welche die drey Glieder des Werthes von y dadurch leiden, aufzählt; so ergibt sich ein achtfacher Werth für y. Nähmlich

1 Fall a +; D +; x +; so hat man + + — für d. 3 Glieder
2 " a —; D —; x +; " " — — + " " "
3 " a +; D —; x —; " " — — — " " "
4 " a —; D +; x —; " " + + + " " "
5 " a +; D +; x —; " " + — + " " "
6 " a —; D —; x —; " " — + — " " "
7 " a —; D +; x +; " " + — — " " "
8 " a +; D —; x +; " " — + + " " "

Das sind 8 verschiedene Werthe für y wovon wir nur den ersten, wo alle Größen positiv sind, gebraucht haben. Der zweyte Fall, wenn x positiv bleibt a und D aber negativ gesetzt werden, gibt dieselben Werthe für y aber mit umgekehrten Zeichen, also negativ. Und so mit den übrigen nähmlich der 3te und 4te, der 5te und 6te und der 7te und 8te Werth sind einander gleich aber entgegen gesetzt. Die Curve in ihrer völligen Gestalt dargestellt würde sich daher mit acht Zweigen in infinitum ausbreiten und durch einen Hauptdurchmesser sich in zwey gleiche und ähnliche Theile halbiren lassen, weil je zwey und zwey Aeste einander gleich und nur entgegen gesetzt sind, so hat man nur vier verschiedene Rechnungen durchzugehen um alle Ordinaten zu bestimmen und die Curve zu verzeichnen. Es gehört aber nicht zu meinem gegenwärtigen Zweck bey den algebraischen Eigenschaften dieser Curve mich aufzuhalten.

§. 67.

Es ist leicht zu erachten, daß nicht für jeden Ort, auch nicht für jede Sorte Steine dieselben Dimensionen der Steinböschung beyzubehalten sind. Und dieß ergibt auch der Ausdruck $\frac{dd}{cc \tang \alpha}$ welche für alle Steindossirungen von Felssteinen eine beständige Größe seyn muß; und in welchen cc von der Beschaffenheit des Orts abhängt. cc wird verändert durch die verschiedene Höhe der Wellen und durch ihre Richtung, obwohl die letztere wegen Veränderlichkeit des Windes fast alle Mahl senkrecht auf das Ufer anzunehmen ist; und dann hängt cc bloß von der Höhe der Wellen oder von der Wassertiefe ab. Setzen wir nun eine solche Sorte Steine alle Mahl voraus, die 200, 300 bis 350 Pfund schwer sind, so können die im vorigen Paragraph angenommnen Bestimmungen für alle Seeufer ohne Unterschied gelten, die nicht über 10 Fuß hoch sind, denn diese sind alle unter der vorigen Berechnung begriffen. Wäre z. B. ein Ufer nur 6 Fuß oder 3 Ellen hoch, so fängt sich dessen Höhe da an, wo $y = 2$ ist. Für die folgenden Werthe von y darf man also nur 2 subtrahiren, so hat man für

x =	1;	2;	3;	4;	5;	6;	7;
y =	0,357;	0,738;	1,14;	1,57;	2,0;	2,5;	3;

Auf größere Höhen als 10 bis 12 Fuß wird man bey eigentlichen Uferböschungen nicht leicht kommen. Denn wenn die Böschung nur 3 Fuß über der täglichen Fluth erhaben ist, so wird wofern das Ufer ja höher wäre, sich das übrige in grünen Rasen verwandeln und erhalten lassen. Von der täglichen Fluthhöhe an unterwärts wird man den Wattgrund auch nicht tiefer als 6 bis 8 Fuß können abnehmen lassen, ohne zum Stackbau zu schreiten (wovon nachher). Würde aber die Steindossirung unmittelbar am Deiche gelegt, so könnte es nöthig werden dieselbe nach Umständen 6, 8 bis 10 Fuß über die tägliche Fluth zu erheben. Es ist aber für größere lothrechte

Höhen

Höhen der Dossirung als 10 Fuß nicht rathsam die größte Stärke zu vermehren. Denn bey so rauhen und höckerichten Flächen wie Steindossirungen dieser Art sind, halte ich dafür, daß der schiefe Stoß nicht mehr vermindert werde, wenn der Anstoßwinkel bis zu einer gewissen Grenze von ungefähr 25° abgenommen hat. Man mag nun den Winkel noch ferner so sehr als man will vermindern, so dürfte der Stoß der Wellen dieselbe Macht und Angriff behalten. Für größere Höhen der Steinböschung als 10 Fuß lasse ich daher das erste Glied alle Mahl $= \frac{1}{6}$ das letzte $= \frac{1}{2}$ seyn, und suche N aus der Gleichung (V. §. 66) und nehme vorzüglich alle die größten Steine nach oben. Man kann auch von 10 Fuß aufwärts die Dossirung in gerader Linie mit der Schräge 1 : 6 continuiren und aufwärts successive größere und größere Steine nehmen. Hat man aber kleinere Steine als von 2 bis 400 Pfund, so muß überhaupt eine andere Progression und größere mittlere Schräge und Breite der Böschung gewählt werden.

Zu untersuchen wie die Größe der Steine und Schräge der Böschung von einander abhangen sey cc beständig, also muß $\frac{dd}{\text{tang } \alpha} = \frac{d^3}{d \text{ tang } \alpha}$ eine beständige Größe seyn. Es sey $d^3 = p =$ dem Gewichte der Steine, so ist (A) $\frac{p}{\text{tang } \alpha \sqrt[3]{p}} = m$ oder (B) $\frac{\frac{p}{3}}{m \sqrt{p}} = \text{tang } \alpha$.

Endlich $\frac{\frac{p}{3}}{\sqrt{p}} = m \text{ tang } \alpha$ oder $p^{\frac{2}{3}} = m \text{ tang } \alpha$ also (C) $p = \sqrt{m^3 \text{ tang } \alpha^3}$. Wo m eine beständige Zahl und p das Gewicht der Steine ist. In unserm vorhin berechneten Beyspiel war für die mittlere Schräge tang $\alpha = \frac{1}{3}$ und das Gewicht der Steine im Durchschnitt 275 Pfund; also haben wir aus (A) $\frac{\frac{275}{3}}{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{275}} = \frac{275}{\frac{1}{3} \cdot 6{,}5} = m$

$= m = 126\frac{3}{4}$ beynahe. Also ist m bekannt und aus (B) findet man tang α für jede andere Sorte Steine deren Gewicht $= p$ ist. Es sey $p = 125$ Pfund; so ist

$$\text{tang}\,\alpha = \frac{125}{126.5} = \frac{25}{126} = \frac{1}{5} \text{ beynahe.}$$

Weil nun die größte Schräge, welche zu Steindossirungen genommen werden kann $= \frac{1}{6}$ ist; so ist aus (C) $p = \sqrt{(126.\frac{1}{6})^3} = \sqrt{21^3} = 96$ Pfund ungefähr; und das ist also die kleinste Sorte von Steinen die zu Steindossirungen dieser Art überhaupt gebraucht werden kann. Für $p = 1000$ Pfund hat man tang $\alpha = \frac{1000}{1200} = \frac{4}{5}$ beynahe. Wenn man solcher Gestalt die mittlere Schräge nach der Größe der Steine regulirt hat, so kann man die dazu gehörige größte oder kleinste nach Maßgabe der vorgeschriebenen Höhe willkührlich annehmen und mit diesen zwey datis nebst der bekannten Höhe der Böschung ist alles bestimmt. Es erhellt hieraus, daß das Talud der Böschung eben so sehr von der Größe der Steine als von der Größe der Wellen abhängt. Daher ist es unmöglich von allerley Sorten Steine unter einander ein dauerhaftes Werk zu machen. Wenn man genugsame Wahl hat, so scheinen die Steine von 200 bis 400 Pfund die zweckmäßigsten und bequemsten in der Arbeit und Transport zu seyn. Ist man aber aus Mangel an Steinen genöthiget allerley Sorten unter einander zu nehmen, wie es sehr oft der Fall zu seyn pflegt, so wird es nöthig seyn, die Steindossirung theilweise in lauter kleine quarrées von $\frac{1}{2}$ Ruthe lang und breit mit Pfälen einzufassen (S. 1te Abh. §. 69). Hauptsächlich wird dieß nothwendig, wenn mit dem manquement einer solchen Dossirung besondere Gefahr verknüpft ist, wie z. B. wenn sie unmittelbar am Deiche liegt. Die Encaissemens von Pfälen hindern die Herauswerfung der Steine, und hauptsächlich, daß die dadurch entstandene Lücken sich nicht vergrößern und gefährlich werden können. Wenn nun ein Mahl ein solches Uferrevetement construirt ist, so muß wohl darauf geachtet

werden,

werden, daß sich der Grund vor demselben nicht ferner erniedrige. Denn wollte man auch die Dossirung unterwärts verlängern und breiter machen, so würde sie doch oberhalb relative zu schwach werden, indem die Stärke des Wellenschlages mit der Tiefe zunimmt. Eine kleine Erniedrigung von ein oder zwey Fuß die gewöhnlich vor dergleichen Werken zu entstehen pflegt und von Repercussion der Wellen herrührt, kann durch einen Vorwurf kleiner Steine oder Kiesel verhütet werden. Ist aber eine allgemeine Erniedrigung des Wattgrundes oder welches einerley ist, eine Annäherung eines tiefen Stroms vorhanden, so ist dagegen kein anderes süffisantes Mittel als **Stacken** oder Einbaue zu construiren.

Theoretische Untersuchung
über die beste
Gestalt der Einbaue
(Stacken, Höfter, Schlengen)
vor den Seeufern.

§. 68.

Von dieser Untersuchung schließe ich abermahls die obern Landflüsse aus Mangel an Erfahrung und zuverlässigen Theorie über dieselben aus, und begnüge mich innerhalb den Grenzen der **Fluth**- und **Ebbeströme** des Nordmeers.

Diese Ströme haben die Eigenschaft, daß sie erstlich ordentlich Schläuche wie alle übrige Flüsse sich aushöhlen, in welchen ihre Hauptbewegung vorgeht, die die eigentliche Tiefe oder das Fahrwasser der Schiffe unterhält. Daneben aber führen sie die seltsame Eigenheit mit sich, daß sie nahe an der Oberfläche eine ungewöhnlich große Breite annehmen, dergestalt, daß die Breite der ganzen Oberfläche den eigentlichen Schlauch oft 10, 20 und mehrmahlen übertrifft, oder daß eben derselbe Strom bey ordinärer Fluthhöhe zuweilen ganze Meilen, und bey niedriger Ebbe nur ein Paar Tausend Fuß breit ist. Diese oberflächliche Erweiterung kann also von dem eigentlichen Strom unmöglich herrühren, sondern sie ist wie wir gesehen haben (Deichswirthsch. Anh. §. 60) ein Effect der åstuarischen Bewegung in der Oberfläche des Wassers, und kann sich daher, wenn ihr nicht widerstanden wird, über alle Grenzen der Ufer, die aus weicher Erde und

Sand

Smd bestehen, ausdehnen. Die Tiefe, welche diese oberflächliche Ausdehnung des Meers oder Flüsse annimmt, ist selten größer als 6 bis 8 Fuß, läuft daher bey der Ebbe ganz trocken, und pflegt in dieser Gestalt **Watten** und **Sandbänke** genannt zu werden. Ihre Grenzen sind die **grünen Ufer** der Seeprovinzen, von deren Befestigung mit Steinen im vorhergehenden geredet ist. Die sind also wohl zu unterscheiden von den eigentlichen **Ufern der Stromschläuche**, welche mit jenen nichts gemein haben ausser die große Instabilität in welcher sie sich genugsam gleich sind, indem sie alle aus Sand und Erde bestehen, die gegen eine lebhafte Bewegung des Wassers nie Stand halten können. Das simpelste Mittel diesen eigentlichen Stromufern eine Stabilität zu geben, wäre nun ohne Zweifel, sie nach dem Beyspiel der grünen Ufer mit Felssteinen zu revetiren. Weil aber die Stromschläuche 20, 40, 60 bis 80 Fuß oft tief und eben so hoch als ihre Ufer sind, so sieht man leicht, daß solche Ufer nach ihrer ganzen Ausdehnung mit Steinstürzungen bedecken zu wollen ein Unternehmen sey, das ausserhalb den Grenzen menschlicher Kräfte liegt. Zum Glücke ist auch dergleichen totales Revetement hier nicht nothwendig, indem unter der Bewegung der Ströme nach einer einfachen Richtung, und unter der åstuarischen Bewegung des Wassers, die sich nach allen möglichen Richtungen ausbreitet, ein großer Unterschied statt findet.

§. 69.

Die Annäherung des tiefen Stroms wird die meisten Mahle, wo nicht immer, von der Erniedrigung des Wattes begleitet. Denn nicht nur die åstuarischen Bewegungen sind in der Nähe des Stroms heftiger, sondern auch die strömende Bewegung breitet sich nach dem Gesetze der Continuität über die nächsten Grenzen des Wattes längs dem Schlauche aus. Die **Erniedrigung des Wattgrundes** ist demnach das erste Uebel, das aus der An-

 näherung

näherung des Hauptstroms entsteht; wenn diese nicht verhütet wird, so entsteht daraus die Minirung und Untergrabung sämmtlicher Revetements des grünen Ufers. In so fern diese Erniedrigung von der zunehmenden åstuarischen Bewegung herrührt, wird sie ihre Grenzen haben und sich nie bis auf die niedrigste Ebbe erstrecken. Denn da das Meer nicht immer in ungestümer Bewegung ist, so wird der Wattgrund bey guten Zeiten wieder aufschlämmen und unter dem stetigen Wechsel von Corrosion und Alluvion sich in einer Art Beharrungsstand erhalten. Diese Corrosion, die von der åstuarischen Bewegung herrührt, nimmt nähmlich ab, so wie die Tiefe zunimmt, und die Alluvion nimmt umgekehrt zu mit der Tiefe, wie aus dem Alluvionsgesetze (§. 56) deutlich erhellt. Daher hat es mit dieser Abnahme des Wattes nichts zu bedeuten; die etwanigen Rücksichten dagegen müssen bey den Revetements der grünen Ufer so genommen werden, daß man gleich Anfangs dieselben ein Paar Fuß unter den Wattgrund fortsetzt oder auch Banquette von Kieselsteinen vorlegt. — Weit gefährlicher aber ist die Erniedrigung welche von der Strombewegung herrührt. Diese hat gar keine Grenzen; sie nimmt mit der Tiefe immer zu bis sie allmählich in den annähernden Stromschlauch selbst übergeht. Daß nun diese Erniedrigung des Wattgrundes und Annäherung des tiefen Stroms nicht anders zu verhüten sey, als durch **Einbaue**, die sich vom grünen Ufer an über das Watt stromwärts erstrecken, darüber sind alle theoretische und practische Hydrauliker, so viel mir bekannt ist, einig. Aber welche **Direction**, welche **Höhe**, welche **Construction**, welche **Länge** und welche **Entfernung** diesen Werken zu geben sey, darüber ist meines Wissens noch nichts systematisches und conventionelles unter ihnen fest gesetzt. Man ist daher aus Mangel an Autorität und Unterricht in nicht geringer Verlegenheit, wenn Werke dieser Art, die überdem so äußerst kostbar sind, in Vorschlag und Ausführung

gebracht

gebracht werden sollen. Denn legt man es auf die Fluth, so werden sich Kunstverständige finden, welche behaupten, es hätte auf der Ebbe liegen sollen, und umgekehrt. Bauet man es hoch, so werden andere für das niedrige sich erklären. Einige werden Steine andere den Busch zur Construction vorziehen. Mancher wird für ein langes Stack, welches den Strom weit entfernt, sich erklären, einem andern wird das kürzere, weil es wohlfeiler ist, gefallen. Fragt man endlich nach der Entfernung dieser Werke von einander, so wird es vollends heißen: quot homines tot sententiae. Das neueste und zugleich das bestimmteste und zuverlässigste über diese Materie enthalten die Briefe meines verehrungswürdigen Lehrers des Herrn Etatsrath und Prof. **Tetens** (Reisen in die Marschländer 51, 52 und 53 Br.). In seinen Beobachtungen und Urtheilen verkennt man den scharfsinnigen Philosophen nicht; aber das Ganze scheint jedoch nicht sowohl eine vollkommne Anleitung des künftigen Stackbaues, als vielmehr eine richtige Beurtheilung des bisherigen zu enthalten; wobey Ihn aber, ungeachtet der bewundernswürdigen Klugheit und Menschenkenntniß die ganz entgegengesetzten Stackbau-Methoden und Principien in benachbarten Hollsteinsche Provinzen, und die Freunde, welche dem einen oder andern Theile ergeben waren, etwas scheinen genirt zu haben. Wie dem auch sey, so kann ich zwar nicht ganz der Ordnung, Distinctionen und Bestimmungen des Herrn Etatsrath folgen, aber viel wesentliches in den Grundsätzen des Lehrers wird man beym Vortrage des Schülers hoffentlich nicht verkennen. Daneben habe ich von den Kenntnissen und vieljährigen Erfahrungen meines gelehrten Freundes des Hrn. General-Inspectors **Brünings** in Holland profitirt; und mit demselben bin ich über einige Puncte in Betreff dieser Einbaue dergestalt einig, daß ich mich selbst dessen eigner Worte bedienen könnte. — Im übrigen wird denjenigen, welche diese Materie interessiren kann, alles ohne Zeichnungen genug-

genugsam verständlich seyn. Man vergesse nur nicht die Voraussetzung, daß hier bloß **von Einbauen am Seestrande, wo Ebbe und Fluth wechseln,** oder der Strom eine wiederkehrende Bewegung hat, die Rede ist, und daß dieses vielleicht nicht ohne Modification auf den Stackbau in Flüssen, die stets nach einerley Richtung sich bewegen, angewendet werden könne.

§. 70.

Das erste, wovon man sich vor allen Dingen zu überzeugen hat, ist die Nothwendigkeit eines solchen Einbaues an dieser oder jener Stelle. Denn da dergleichen Werke, wie menageux man sie auch immer construiren wollte, alle Mahl große Summen z. B. 20, 30, ja wohl 60 bis 80000 Mark an großen und tiefen Strömen kosten werden: so würde es ein strafwürdiger Fehler des Architecten seyn, der eine solche Summe Geldes ohne dringende Noth verschwenden wollte. Man hat sich von der Nothwendigkeit eines solchen Werks überzeugt, wenn man zuverlässig weiß, daß die Erniedrigung des Wattes von dem annähernden Strome herrührt und progressivisch, oder wenigstens continuirlich zunimmt. Es kann zwar die Abnahme des Wattes etwas unterbrochen werden, ich will sagen, es kann in einem folgenden halben oder viertel Jahre vielleicht weniger abnehmen, als in dem nächst vorhergehenden: aber im Ganzen genommen muß für jedes Jahr die Tiefe des Wattgrundes größer werden, und zugleich der Hauptstrom näher kommen; sonst kann diese Abnahme nicht vom Strom sondern von der åstuarischen Bewegung herrühren; und letztern Falls ist der Einbau ohne Nutzen, weil die Wellen nach allen Seiten zwischen die Stacken eindringen, und das Watt nach wie vor bis zu einer ihrer Lebhaftigkeit angemessenen Tiefe (die jedoch nie bis völlig auf das niedrigste Wasser sich erstrecken wird) erniedrigen werden. Es sind also, wenn eine Abnahme des Wattes wahrgenommen wird, sorgfältige

Beobach-

Beobachtungen und Sondirungen des Wattes und Stroms nöthig, die jährlich zwey Mahl auf folgende Art können vorgenommen werden.

Erstlich. Nach zweyen entfernten Signalen z. B. Häusern, Kirchen, Mühlen, Bäumen ꝛc. bestimme man eine Directionslinie vom Ufer quer über das Watt und den Strom. In dieser Linie setze man auf dem Watte in genauen Entfernungen von einer Kettenlänge (z. B. 50 Fuß) Pfäle die etwa 3 bis 4 Fuß lang und $\frac{1}{2}$ Fuß dick und oben platt geschnitten sind, so ein, daß ihre obere Platte 2 Fuß tief lothrecht unter den Horizont des Wattes kommt. (Sie müssen nicht über das Watt hervor stehen, weil sonst das Eis sie verrücken, eindrücken oder ausheben könnte.) Diese Pfäle kann man vermittelst der Kette leicht wieder finden und mit einer gespitzten eisernen Stange halbjährlich sondiren, und solcher Gestalt die Watt-Erniedrigung auf 1 Zoll genau angeben. Es ist aber diese Methode, wie man leicht erachtet, nur auf dem trocknen Watte practicabel.

Zweytens. Man habe eine so genannte Treiblinie, etwa einen schwachen Zoll stark und Circa 1000 Fuß lang (man kann zwey jede von 500 Fuß zusammen fügen) zur Hand; die markire man von 25 zu 25 Fuß mit eingeflochtnen kleinen Stückchen von Leder oder gefärbtem Tuche, und befestige sie mit dem einen Ende in der gewählten Directionslinie an das grüne Ufer zur Zeit des hohen Wassers. Mit einer Schalupe lasse man das andere Ende strommärts ausrudern und, wenn das geschehen, die Linie straff anziehen, indem die Schalupe in der gewählten Directionslinie sich vor einem Drachen (kleinen Anker) gelegt hat. Mit einer andern Schalupe oder kleinen Kahn ziehe man sich längs dieser Linie und werfe auf jede 25 Fuß das Loth. Wenn dieß geschieht zur Zeit der Windstille und der vollen Fluth, wo kein Strom geht; und wenn zugleich jedes Mahl die Höhe derselben Fluth an dem vorhandenen Fluthmesser bemerkt wird; so kann

auf

auf diese Art die Tiefe des Wattes und Stroms bis auf $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Fuß genau bestimmt und zugleich wie viel die Tiefe des Stromschlauches näher gekommen, bis auf 25 Fuß wenigstens angegeben worden. Erreichte man mit Einer Linie nicht die völlige Tiefe des Stroms, so kann man von dem Ort des geworfenen Drachen an, stromwärts sie noch ein Mahl oder mehr wiederhohlen.

Dieß sind die Methoden deren ich mich nach Vorschrift meiner Herren Obern bediene. Wenn man sie oft und genau wiederhohlt, so wird man bald in den Stand gesetzt, über die Abnahme des Wattgrundes richtig zu urtheilen. Ist man nun von der wirklichen Annäherung des Stroms und Erniedrigung des Wattes, und wie viel jährlich, gewiß geworden, so darf man dennoch nicht, wofern kein periculum in mora ist, unverzüglich zum Einbau schreiten; sondern man hat erst zu überlegen, ob auch Umstände vorhanden sind, welche die Hoffnung unterhalten können, daß die Stromnäherung von selbst cessiren werde: z. B. schon vorhandene Einbaue, die immer mehr zur Wirkung kommen; neben überliegende Sandbänke, welche nach und nach wegreissen und eine Erweiterung und andere Richtung veranlassen. Diese letztern sind nicht selten die Ursache vom Stromabbruch, und dann müssen sie jährlich gemessen und sondirt werden. Zu Cuxhaven lag eine große Sandplate ungefähr eine Deutsche Meile lang und $\frac{1}{8}$ Meile breit (Herr Etatsrath **Terens** erwähnt derselben a. a. O. 62 Br.) die innerhalb vier Jahren ganz weggerissen ist, so daß gegenwärtig die größten Schiffe darüber wegfahren. — Dergleichen Revolutionen muß man wenn es möglich ist abwarten, und alle Mahl sorgfältigst überlegen, ob es möglich sey der Staatskasse, wozu auch die Dürftigen contribuiren, so schwere Baukosten zu ersparen, welche Ersparung ohne Zweifel ein würdigeres Verdienst als der Ruhm kostbare Bauten ausgeführt zu haben ist.

§. 71.

§. 71.

Ob es nun gleich gewiß ist, daß man bey der Abnahme eines Wattes nie so plötzliche und große Veränderungen zu befürchten hat als bey Sandbänken die zwischen zwey großen Stromarmen eingeschlossen sind; es daher auch nicht zu mißbilligen ist, daß man mit den kostbaren Einbauen möglichst zurückhaltend sey: so können doch ohne Zweifel die Umstände endlich so bedrängt und gefährlich werden, daß man nicht ferner anstehen darf, kräftige Vorkehrungen zu machen. Es fragt sich daher, wie tief darf man das Watt sich erniedrigen und die Stromtiefe dem grünen Ufer sich nähern lassen, bis der Einbau muß vorgerichtet werden?

Antwort zum Ersten. Das Watt muß wenigstens 2 Fuß über die ordinäre nirdrigste Ebbe hoch bleiben, damit man das Stack, so weit es über das Watt sich erstrecken soll, ganz wasserfrey construiren könne, wobey an den Kosten sehr viel ersparet noch mehr aber an der Solidität und Dauerhaftigkeit des Werks gewonnen wird. Dieses ist aber das äusserste, welches nur in dem Fall abzuwarten rathsam ist, wenn man noch Hoffnung hätte, den ganzen Einbau entübrigen zu können. Wüßte man aber aus localen Beschaffenheiten ganz gewiß, daß ohne Einbau nicht davon zu kommen wäre, so würde es zur Ersparung eines beträchtlichen Arbeitslohn gereichen, wenn man schon etwas eher z. B. bey 3 Fuß Höhe über niedrige Ebbe den Bau anfinge.

Zum Zweyten. Die kleinste Annäherung des Stroms, die man zugeben darf, hängt von seiner Tiefe ab. Diese sey bey ordinärer Fluthhöhe = a; das Intervall der Fluth und Ebbe = b; so ist b — 2 die Tiefe des Wattes; und a — b ✚ 2 die Tiefe des Stroms unter dem Horizont des Wattes; alsdann kann (a — b ✚ 2) c, die kleinste Distanz des Stroms von dem Ufer-Revetement ausdrücken, wo denn alles nach Fußmaß zu rechnen und c aus der Erfahrung zu bestimmen ist. Wollte man

bloß

bloß auf eine nothdürftige Böschung des Wattufers rechnen, so müßte c wenigstens 3 oder 4 seyn. Aber das genügt bey weiten nicht, wenn sich ein lebhafter Strom längs solchen sandigen Ufer bewegen soll. Um c richtig zu bestimmen müssen wir uns vorstellen, daß gar kein Einbau vorhanden wäre, die größte Tiefe, und also auch die größte Geschwindigkeit des Stroms gleichwohl nicht näher kämen; wie breit würde dann die Uferböschung seyn, die zur allmählichen Minderung derjenigen Geschwindigkeit, mit welcher der Strom nach dem Gesetze der Stetigkeit seitwärts sich ausbreitet, erforderlich wäre, daß derselbe keinen Sand mehr fortführen und also keine Abnahme des Wattes mehr verursachen könnte? oder welches einerley ist, wie nahe darf überhaupt die Stromtiefe sich dem Ufer-Revetement nähern, wenn der Wattgrund vor dem letztern noch 2 Fuß über niedrige Ebbe soll erhaben bleiben? ich sage nach den hiesigen Erfahrungen zu urtheilen, wird c dann nicht unter 10 bis 12 zu nehmen seyn. Es sey also $c = 12$; so ist die größte Nähe auf welche die Stromtiefe hieselbst dem Ufer-Revetement kommen darf $= 12 (a - b + 2)$. Diese Bestimmung will ich beybehalten und annehmen, daß durch Erfahrung an jedem Orte die abstracte Zahl, c, bekannt sey. Wo a beträchtlich groß ist kann ohne Fehler die 2 weggelassen werden, so ist $c (a - b)$ der allgemeine Ausdruck für die kleinste Wattbreite eines jeden Ortes.

Meistens wird nun zwar der Strom diese größte Nähe [nähmlich $c (a - b + 2)$] noch nicht erreicht haben, wenn schon das Watt seine größte ihm zu verstattende Tiefe $(b - 2)$ hat: in diesem Falle kann man den Einbau bis auf seine gehörige Länge (wovon nachher) einstweilig fortführen, und alsdann die weitere Annäherung des Stroms erwarten; wo man ihn denn bis auf die größte Tiefe hinunter führen muß. Es kann sich aber wohl zuweilen auch umgekehrt ereignen, daß das Watt noch überflüssige Höhe hätte, wenn der Strom schon auf

die

die größte Nähe gekommen wäre; in solchem Falle müßte man umgekehrt verfahren, den Einbau bey der Stromtiefe anfangen und uferwärts nach Bedürfniß continuiren.

Ich setze voraus, daß noch kein Einbau vorhanden sey, auf den man Rücksicht zu nehmen habe; so wird der Anfangspunct des **ersten**, wenn man ihn am Ufer nimmt, da zu setzen seyn, wo die Erniedrigung des Wattes am größten ist; oder wenn man ihn an der Stromtiefe nimmt, da wo die Krümmung am größten oder der Krümmungshalbmesser am kleinsten ist. Dieß wird nähmlich alle Mahl die Stelle seyn, wo der Strom dem Ufer am nächsten gekommen ist, wenn anders das Ufer mit der Strombahn parallel ist, und keine besonders hervortretende Ecken hat; — ich will, weil es ganz gleichgültig ist, für das folgende annehmen, daß der Bau am Ufer angefangen und stromwärts continuirt werde. Sollte das Gegentheil statt finden, so wird alles dasselbe bleiben, nur die Ordnung der Arbeit wird umzukehren seyn.

§. 72.

Nachdem also die Umstände, unter welchen der Einbau nöthig wird, erwogen; auch sein Anfangspunct am Ufer, der auch die **Wurzel** (enracinement) des Einbaues genannt wird, bestimmt worden; so muß nun seine **Direction** oder Lage fest gesetzt werden. Diese muß so seyn, daß der Zweck des Einbaues, den Strom zu hemmen und zu mäßigen mit den wenigsten Kosten erreicht werde. Man lege also **die Richtung des Stacks senkrecht auf die Richtung des Stroms** der über das Watt fließt; so ist dieß wenigstens der **kürzeste** Weg zum Ziele. Es könnte wohl seyn, daß noch ein anderer besser wäre, aber demjenigen der einen Umweg vorschlägt, liegt doch wohl der Beweis auf, daß sein Vorschlag die Wahl verdiene; und der dürfte hier schwer zu führen seyn. Da man nun die Richtung dieser Ströme

durch Beobachtung bestimmen kann; so ist die Richtung des Stacks bekannt.

Weil die Ströme nicht alle Mahl die ganze Fluth- und Ebbezeit einerley Richtung auf dem Watte haben, sondern zuweilen anders im Anfang und anders am Ende fließen: so muß hier diejenige Richtung verstanden werden, welche sie haben, wenn ihre Geschwindigkeit am größten ist, nähmlich ungefähr in der Mitte der Fluth- und Ebbezeit.

Meistens haben dann Fluth- und Ebbestrom genau entgegengesetzte Richtungen, daß eine gerade Linie auf beide senkrecht steht; wäre das aber nicht, so würde auf denjenigen Strom vorzüglich zu reflectiren seyn, welcher die größte mittlere Geschwindigkeit hat. — Nahe am grünen Ufer ist entweder gar kein Strom oder er ist doch nur schwach. Wäre seine Richtung etwa nicht parallel mit derjenigen nahe am Wattufer oder Schlauche; so thut die gerade Linie der Foderung kein Genüge. In diesem Fall ist es aber besser sich nach dem letztern Strom zu richten und den Punct am Ufer zu verrücken, als eine Curve die hier keinen wesentlichen Nutzen hat, zu wählen.

Die gewöhnliche Richtung der Fluth- und Ebbeströme, wenn sie am stärksten sind, ist auf dem Watte so, daß sie bey der Fluth von der Mitte des Stroms etwas schief gegen die Ufer aufwärts, bey der Ebbe umgekehrt von dem Ufer schräg gegen die Mitte des Schlauchs unterwärts sich erstrecket. Und alsdann bekommt das Stack eine etwas schiefe Richtung, es macht mit dem seewärts liegenden Ufer den größten Winkel. Und das drückt man aus: es sey **auf die Fluth gelegt**, welche Lage auch in der Practik am meisten beliebt ist (S. Hrn. Etatsrath **Terens** 53 Br.). Jedoch diese Werke, welche **Fluthwerke** genannt werden, werden meistens noch schiefer gelegt, als die senkrechte Richtung auf beide Ströme erfordert, weil man bey ihnen auf die ästuarischen Bewe-

gungen

gungen des Wassers welche hauptsächlich von der Fluthseite kommen, mit Rücksicht nimmt, welches aber nach einem vorläufigen guten Ufer-Revetement, das man doch nicht entbehren kann, ganz unnöthig ist.

§. 73.

Nachdem wir also die Richtung des Einbaues und das punctum a quo determinirt haben, so fehlt zur **Länge** desselben noch das punctum ad quod. Die senkrechte Breite des Wattes ist $= c\ (a - b \dotplus 2)$ (§. 71); der Winkel, um welchen es etwa wegen der schiefen Richtung der Ströme von dieser senkrechten Lage abweicht, sey $= \alpha$; so ist $c\ (a - b \dotplus 2)$ Sec. α die kleinste Länge des Einbaues, die er haben müßte, wenn er nur die einzige Stelle wo er liegt schützen sollte. (Ich setze Sec. α, weil α nie sehr groß wird, folglich die Stromkrümme auf diese kurze Strecke als eine gerade Linie oder der Bogen gleich der tang α kann angesehen werden.) Wenn aber begreiflich der Einbau nicht bloß an der Stelle wo er liegt, sondern auf eine gewisse Strecke oberhalb und unterhalb die Stromtiefe abhalten soll: so muß er zu dem Ende um eine gewisse Quantität $= x$ länger also $= [c\ (a - b \dotplus 2) \dotplus x]$ Sec α seyn. Da auch der Einbau bis auf die größte Tiefe sich erstrecken, und das Ufer, wenn es vielleicht en précipice ist, zu dem Ende eine Böschung oder Steinstürzung bekommen muß die wie 1 : 4 ungefähr ist; so beträgt die dazu erforderliche Länge $4\ (a - b \dotplus 2)$ Sec α. Also ist die eigentliche Länge des Stacks **auf dem Watte** $= [(c - 4)\ (a - b \dotplus 2) \dotplus x]$ Sec. α.

§. 74.

Solchem nach wäre, wenn x bekannt seyn wird, alles zur **Lage** des einzelnen Einbaues erforderliche bestimmt; es kommt also nunmehr auf das **Profil** desselben an. Der Einbau hat zwey wesentlich verschiedene Theile: einen auf dem Watte, der von dem Revetement des grünen

Ufers bis an das Wattufer sich erstreckt, den will ich das eigentliche **Stack** nennen; den andern, welcher an dem Wattufer hinunter bis zur größten Tiefe, die sich annähert, erstreckt: diesen will ich die **Steinstürzung**, oder die **verlorne Steinböschung** (revetement à pierre perdue) des Wattufers nennen. Das Profil der letztern braucht keiner Erörterung; es ist unmöglich dasselbe nach irgend einer vorgeschriebenen Linie genau auszuführen. Man trachte im Ganzen nur dahin, daß das Ufer ein genugsames Talüd zur Steinlagerung etwa wie 1 : 4 bekomme. Das **Längen-Profil** des Stacks hat zur Basis den Wattgrund, die also bekannt ist. Die übrigen Dimensionen hangen von der Höhe des Stacks an seiner Wurzel und an der Spitze ab, welche beide Höhen, durch eine gerade Linie verbunden, das ganze Profil darstellen. Weil unmittelbar längs dem Revetement des grünen Ufers gar kein Strom gehen soll, so wird die Höhe des Stacks hier der völligen Höhe des Stroms oder ordinärer Fluth gleich zu rechnen seyn; eine größere Höhe würde wenigstens keinen Nutzen haben; und eine geringere ließe den Zweifel der totalen Hemmung des Stroms übrig. Also wäre mit der ordinären Fluthhöhe die Höhe des Stacks an der Wurzel bekannt. Wollte man ihm dieselbe Höhe an der Spitze, also dem ganzen Stacke die Höhe der täglichen Fluth geben, so würde es den ganzen Strom über das Watt hemmen, oder für die Stelle wo es liegt den größtmöglichsten Effect haben. Aber diese unnatürliche Gestalt würde auch die größte Unordnung im Hauptstrom an der Spitze veranlassen. Erstlich müßte alles Wasser was sonst über das Watt strömte jetzt die Spitze desselben vorbey, dadurch würde der Strom an der Spitze desto stärker und lebhafter, je länger der Einbau wäre, welches verursacht, daß die Steinstürzung sehr breit und ausgedehnt seyn müßte um nicht von der Wattseite minirt zu werden; Zweytens hat auch die totale Hemmung oder plötzliche Grenze eines so lebhaften Stroms

an

an der Spitze keinen Nutzen, weil die Geschwindigkeit der Ströme uferwärts alle Mahl nach irgend einem Gesetze der Stetigkeit gemindert werden muß, wenn sie nicht in unregelmäßige wirbelhafte Bewegungen gerathen sollen. Es entstehen also zunächst einem solchen hohen Einbau oberhalb und unterhalb zuerst große Strudel die allmählich in kleinere übergehen, bis der Strom auf einige 100 Fuß Entfernung wieder einen solchen Gang gewinnt, als er ohne das Stack würde gehabt haben. Der Gang eines großen Stroms läßt sich nicht wesentlich ändern, und das ist auch nicht der Zweck des Stacks. Sondern so weit der Strom über das Watt fließt, soll er dergestalt gemäßigt und regulirt werden, daß keine beträchtliche Erniedrigung des Wattgrundes ferner zu besorgen, und die Steinstürzung als eine unbewegliche Grenze des tiefen Schlauchs mit dem festen Lande in einer unzertrennlichen Verbindung vermittelst des Stacks gesetzt bleibe; das ist der Zweck des Einbaues.

Wenn es also nicht rathsam ist, den Strom auf dem Watte ganz zu unterbrechen um ihn an der Spitze des Stacks desto mehr zu concentriren, so muß die Höhe des Stacks von der Wurzel gegen die Spitze allmählich bis zur Höhe der Steinstürzung herabsinken, oder es muß an der Spitze so niedrig als möglich construirt werden. Ganz bis auf das niedrigste Wasser wird man es alle Mahl nicht bringen können, weil dann vielleicht keine Zeit zur Arbeit genug übrig bliebe. Aber mehr als 1 bis höchstens 2 Fuß darf es über die niedrigste Ebbe nicht erhaben seyn. Am besten ist es wohl die Grenze des ordinär niedrigen Wasser als diejenige anzunehmen, deren man sich mit der Spitze des Stacks möglichst nähern, und von welcher an unterwärts die Steinstürzung continuirt werden muß. In diesem Fall fällt aus dem Factor $(a - b \pm 2)$ (§. 73) die 2 weg und wird nun $(a - b)$.

Also wäre der Abfall des Stacks auf seine ganze Länge bestimmt. Es kommt nur noch darauf an, ob es

von der Wurzel bis zur Spitze nach einer geraden Linie oder nach irgend einer Curve herabsinken soll. Letztern Falls dürfte eine concave Curve, deren Talüd allenfalls nach einer arithmetischen Progression zunähme, die zweckmäßigste seyn. Weil jedoch die Länge des Stacks zu seinem Abfall nähmlich [(c — 4) (a — b) ✠ x] Sec. α : b meistens ansehnlich groß seyn wird, so kann dergleichen Curve von der geraden Linie wenig differiren, und daher die letztere als die einfachste in der Ausübung beybehalten werden.

Demnach ist das Profil nach der Länge bestimmt. Nach der Quere ist jedes Profil gleichgültig, und wenn es selbst eine einfache Linie, oder das Stack eine mathematische Fläche wäre. Man wähle also dasjenige, welches sich zu den Baumaterialien am besten schickt, damit die Construction dauerhaft werde.

Zusatz. Hohe Einbaue, solche nähmlich, die in der Höhe der täglichen Fluth auf ihre ganze Länge erbauet werden, sind zur Regulirung des Stroms nicht zweckmäßig. Sie werden aber als Schutzwerke gegen die åstuarischen Bewegungen des Wassers an den Einfahrten und Mündungen der Seehåven mit vielem Nutzen gebraucht, welchen Falls sie jedoch 6 bis 8 Fuß über tägliche Fluth müssen erhaben seyn.

§. 75.

Die Construction des Stacks kann auf folgende Art geschehen:

I. Man verfertige eine Fascinage (d. i. Buschlagen über einander mit Pfälen und Flechtwerk an den Wattgrund kunstmäßig befestiget) die oben etwas convex abgerundet und zu beiden Seiten abhängende Böschung (1 : 2 oder 1 : 3 nach der Größe der Steine) hat, und vom Ufer in der Höhe der täglichen Fluth über das Watt bis zur Grenze des niedrigen Wassers oder vielmehr auf die Länge = [(c — 4) (a — b) ✠ x] Sec. α sich erstreckt.

erstreckt. Diese Fascinage bedecke man überall mit einer Lagerung von tüchtigen Felssteinen, so wird das ein unvergängliches dauerhaftes Werk seyn. — Ohne Steindecke sind aber die Buschstacken am Seestrande, wie fest man sie construirt, von keiner Dauer, sondern einer chemischen Vergänglichkeit, die von der Sonnenwärme herrührt, und mechanischen Beschädigungen von Wellen und Eise unaufhörlich ausgesetzt.

II. Man verfertige eine dichte Wand von an einander in den Wattgrund geschlagnen Pfälen, welche angemessene Länge und Stärke haben. Sie mögen von runden Holz oder viereckig, auch allenfalls von unterschiedenem Diameter seyn. Man wechsele die stärkern mit den schwächern ab, beobachte aber an der einen Seite eine völlig gerade Linie, so daß eine mathematische Ebene alle Pfäle an der einen Seite so weit sie über Watt stehen berührt. An dieser Seite verbinde man sie durch zwey Riegel- oder Gurtelhölzer; wovon das eine etwas unter dem Wattgrunde, das andere 1 bis 2 Fuß unter die Scheitelfläche der Pfäle, längs dem ganzen Stacke sich erstreckt, und mit gehackten Spitzbolzen dergestalt angenagelt sind, daß jeder Pfal einen Bolzen, wechselsweise unten oder oben bekommt. Längs dieser Pfalwand werfe man an jeder Seite eine Lage von Steingrand und Ziegelgraus 1 bis 2 Fuß dick und Circa $\frac{1}{2}$ Ruthe breit und setze darauf eine Lagerung von Felssteinen, so daß sie einigen Abhang oder Dossirung von der Pfalwand gegen das Watt bekommt. In Ermangelung des Steingrauses kann auch Busch genommen werden, doch muß zunächst den Pfälen auf 3 Fuß breit und 1 bis 2 Fuß hoch nothwendig Graus oder Kiesel kommen. Dann ist auch auf diese Art das Stack vollkommen dauerhaft (vorausgesetzt, daß keine Seewürmer, welche die Pfäle ganz zerfressen und durchlöchern, vorhanden sind).

Von diesen beiden Constructions-Arten kann man die wohlfeilste in der ersten Erbauung und Unterhaltung

wählen. Man kann sie auch beide mit einander verbinden. Gewöhnlich ist nähmlich uferwärts wo das Stack hoch wird, die Pfalwand; und stromwärts wo es niedrig wird, die Fascinage am vortheilhaftesten.

Bey der **Construction der Steinstürzung** ist das wesentlichste, daß auf einer Böschung des Ufers, die sich von der Spitze des Stacks zur Tiefe des Stroms erstreckt und die Schräge 1:4 hat, zuerst eine Decke von Busch, die allenthalben 2 Fuß Stärke und keine entblößte Stellen hat, kommt. Hierüber werden Steine geworfen von der Größe und Schwere, daß der Strom wenn er am geschwindesten fließt sie nicht wegführen kann (§. 63), und so dicht, daß die Buschdecke allenthalben damit bedeckt und befestiget werde. Diese Steinstürzung wird wenigstens $1\frac{1}{2}$ bis 2 Mahl so lang als breit fortgesetzt, nähmlich in der Breite $= 4\ (a - b)$ und in der Länge aufwärts und unterwärts zusammen $= 6\ (a - b)$ bis $8\ (a - b)$; und nahe an der Spitze des Stacks wird sie selbst über dem Wattgrund noch einige Ruthen continuirt, damit man auf das vollkommenste von dem unüberwindlichen Zusammenhang der Steinstürzung mit dem Stacke versichert sey. So ist der ganze Einbau fertig, und man hat an dieser Stelle dem tiefen Strom eine bestehbare Grenze gesetzt.

Zusatz. Die Buschdecke unter der Steinstürzung wird am besten aus Sinkstücken von Faschinen bewerkstelliget, wovon ich die Methode ein ander Mahl beschreiben werde. Die Hauptschwierigkeit hiebey ist nur, dem Ufer des Schlauchs die gehörige Böschung zu verschaffen. Entweder die natürliche Böschung ist zu breit oder zu schmal. Das erstere kann eintreffen, wenn das Watt aus purem Sande, und das letzte wenn es aus Klaybänken besteht, welche zuweilen fast ganz perpendicular sind. Ist nun das erstere so beginne man die Steinstürzung an der Spitze des Stacks und abwarte bis die Stromtiefe so nahe gekommen als die Böschung des Sandes

erlaubt,

erlaubt, ohne daß das Revetement minirt und zum Sinken gebracht werde. Käme die Stromtiefe gar nicht näher, so wäre es so viel besser, aber der Fall läßt sich schwerlich gedenken. Im andern Fall, wenn das Ufer en précipice ist, beginne man die Steinstürzung in der Tiefe zur Zeit, wenn sie von der Spitze des Stacks noch 4 (a — b) entfernt ist; und setze sie, so wie der Strom das Ufer weiter wegreißt, weiter oberhalb fort. Alles dieses erfordert nur eine gute Vigilance und prompte Ausführung zur rechten Zeit.

§. 76.

Wenn wir nun gleich dem Strom einen beharrlichen Uferpunct gesetzt haben, so wird doch dieß begreiflich nicht zureichen, ihn von einer ausgedehnten Uferstrecke entfernt zu halten. Oberhalb oder unterhalb dem Einbaue wird ihn nichts hindern sich dem Ufer wieder zu nähern. Es wird also ein zweyter oder dritter Einbau nöthig seyn. Und weil nun hiebey die Frage entsteht, wo die übrigen Einbaue müssen gelegt werden, so kommen wir nunmehr auf den schwierigsten Punct, nähmlich auf die **Entfernung der Einbaue** in Verhältniß ihrer Länge. Es ist nähmlich in der Formel für die Länge des Einbaues [C (a — b) ✠ x] Sec α; das x eine unbekannte Größe welche von der Entfernung abhängt, und keines von diesen beiden läßt sich ohne das andere bestimmen. Damit nun auch dieses zur vollkommensten Evidenz gebracht werde; so muß ich ein Paar Bemerkungen über den Lauf der Ströme vorausschicken.

Alle Ströme sowohl Seeströme (Ebbe und Fluth) als Landströme (Flüsse) pflegen wenn sie einen Uferabbruch verursachen in einem **gekrümmten** Schlauche sich zu bewegen, also ein **concaves** und ein **convexes Ufer** zu haben, wo denn das erstere alle Mahl dem Abbruch unterworfen ist.

Die Krümmung des concaven Ufers hat eine Scheitel, welche sich in zwey Aesten unterwärts und aufwärts erstreckt.

Die Scheitel ist alle Mahl da, wo der **Krümmungshalbmesser** am kleinsten und der Abbruch am größten ist; sie liegt am meisten unter dem Strom; die Aeste liegen immer weniger und weniger unter dem Strom, je mehr sie sich von der Scheitel entfernen.

Der Scheitelpunct ist **beweglich.** In Landströmen rückt er immer weiter unterwärts, wohin der Strom fließt; in Seeströmen rückt er nach der Richtung des stärksten Stroms fort; also unterwärts, wenn der Ebbestrom, und aufwärts wenn der Fluthstrom am stärksten ist. Also ist ein einzeler Einbau unzureichend den Stromabbruch zu verhindern, wenn er gleich in der Scheitel der Curve wäre gelegt worden.

Beide Uferkrümmungen, die convexe und concave, sind genugsam **parallel**, also liegt beider Krümmungshalbmesser nach einerley Richtung in derselben Normale. Der Halbmesser der concaven sey $= R$ der convexen $= r$; so ist $R - r = B$, die Breite des Strems.

Auch die Bewegung des Stroms ist mit beiden Ufern parallel. Also kann nicht $r = o$ seyn, sonst müßte am convexen Ufer gar keine Bewegung statt finden. Es zeigt sich aber immer noch einige wiewohl oft nur sehr geringe Geschwindigkeit am convexen Ufer. Noch weniger kann r negativ oder beide Ufer zugleich concav seyn. In diesem Falle müßte der Strom an dem Ufer wozu r gehört, rückwärts und an dem andern vorwärts fließen also in einem großen Wirbel sich drehen. Wenn also r eine positive endliche Größe bleibt; so ist R größer als B; ich will inzwischen annehmen, daß wenn r immer abnimmt es der Grenze $= o$ sich nähern aber nicht negativ werden könne, weil von diesem letztern vermuthlich kein Beyspiel in ordentlichen Strömen vorhanden ist.

Also für den kleinsten Werth von $r = o$ ist der kleinste von $R = B$. das heißt: der kleinste Krümmungshalbmesser, welchen das concave abbrechende Ufer annehmen kann, ist der Breite des Stroms gleich.

Zwischen zwey feste Puncte eines sonst abbrechenden Ufers kann der Strom alsdann am meisten hinein dringen, wenn daselbst seine Krümmung am größten, oder der Krümmungshalbmesser am kleinsten ist.

Diese Sätze müssen meiner Meinung nach ganz allgemein in der Erfahrung gegründet befunden werden.

§. 77.

Da wir gesehen haben, daß der kleinstmöglichste Krümmungshalbmesser eines concaven Ufers, den ich nun $= r$ setzen will, der Breite des Stroms gleich ist, und diese Breite in Natura kann gemessen werden, so ist r bekannt. Weil die Seeströme aber bey der Fluth und Ebbe verschiedene Breiten haben, so muß hier diejenige Breite verstanden werden, welche sie haben, wenn sie am schmalsten oder am niedrigsten sind. In diesem Zustande haben Fluthstrom und Ebbestrom einerley Breite, also ist r für beide gleich.

Wir wollen uns nun zwey zunächst liegende Stacken von Einer Länge und mit einander parallel vorstellen. Also die Länge eines jeden $= [c\,(a - b) \dotplus x]$ Sec. α.

Ihre Spitzen stelle man sich bis zum Fuße der Steinstürzung verlängert, und durch selbige einen Bogen $= \beta$ mit dem Halbmesser $= r$ beschrieben vor. So ist chord. β die Entfernung der Einbaue. Und r Sin. verf. $\frac{1}{2}\beta$ ist die möglichst größte Distanz, um welche die Stromtiefe über die Chorde hinaus sich dem Ufer nähern kann. Diese Distanz zur nothwendigen Breite des Wattes (§. 70) addirt und mit Sec. α multiplicirt muß der Länge der Einbaue gleich seyn. Also haben wir folgende Gleichung

$[c\,(a - b)$

[c (a — b) ⊣ r Sin. verf. $\frac{1}{2}\beta$] Sec α =
[c (a — b) ⊣ x] Sec. α. oder
c (a — b) ⊣ r — r Cof $\frac{1}{2}\beta$ = c (a — b) ⊣ x
Alſo (I) $x = r\,(1 - \text{Cof}\,\frac{1}{2}\beta)$. Und

$$\text{(II)}\quad \text{Cof}\,\tfrac{1}{2}\beta = 1 - \frac{x}{r}.$$

Weil chord $\beta = 2r\,\text{Sin}\,\frac{1}{2}\beta = 2r\sqrt{(1 - \text{Cof}\,\frac{1}{2}\beta^2)}$ die Entfernung der beiden Einbaue iſt; ſo ſieht man aus den Gleichungen I und II wie Länge und Entfernung von einander abhangen. In der Formel welche die **Länge** ausdrückt, nähmlich [(a — b) c ⊣ x] Sec α, kommt nur das x als unbekannt vor; und in dem Ausdrucke für ihre **Entfernung**, nähmlich $2r\sqrt{(1 - \text{Cof}\,\frac{1}{2}\beta^2)}$ kommt Cof $\frac{1}{2}\beta$ als unbekannt vor. Nimmt man nun x nach Willkühr oder Bequemlichkeit an, ſo findet man Cof $\frac{1}{2}\beta$ aus II. Nimmt man Cof $\frac{1}{2}\beta$ an, ſo ergibt ſich x aus I. Für $\beta = 0$ iſt $x = 0$; Für $\beta = 90°$ iſt $x = 0{,}29289\,r$; und die Entfernung $= 2r\sqrt{\frac{1}{2}}$. Für $\beta = 180°$ iſt $x = r$; und die Entfernung $= 2r$. Dieß wäre die größte Entfernung und die größte Länge der Einbaue die zuſammen gehören können.

§. 78.

Ob wir nun gleich im Stande ſind zu jeder gegebnen Länge zweyer Einbaue die zugehörige Entfernung und umgekehrt zu dieſer jene zu beſtimmen; ſo erachtet man doch leicht, daß hierin nicht ganz nach Willkühr zu verfahren ſondern eine vernünftige Wahl anzuſtellen, und unter den unzählig möglichen Fällen der beſte zu beſtimmen ſey. Denn nimmt man die Entfernung weit, ſo werden die Einbaue zu lang; nimmt man ſie ſehr kurz, ſo müſſen ihrer zu viele ſeyn. Die beſten zuſammengehörigen Längen und Entfernungen ſind die, bey welchen die Koſtenſumme aller nöthigen Einbaue am kleinſten wird. Die Koſten verhalten ſich directe wie die Längen der Einbaue und inverſe wie ihre Entfernungen.

Die

Die Längen zweyer zunächst liegenden Einbaue sind $2 \operatorname{Sec} \alpha\ [c\,(a - b) \dotplus x] = 2 \operatorname{Sec} \alpha\ [c\,(a - b) \dotplus r\,(1 - \operatorname{Cof} \frac{1}{2}\beta)]$. Ihre Entfernung $= 2r \operatorname{Sin} \frac{1}{2}\beta$. Also muß der Quotient

$$\frac{[c\,(a - b) \dotplus r\,(1 - \operatorname{Cof} \frac{1}{2}\beta)] \operatorname{Sec} \alpha}{r \operatorname{Sin} \frac{1}{2}\beta}$$

ein minimum seyn. Es sey $c\,(a - b) = C$; $\operatorname{Cof} \frac{1}{2}\beta = y$; so haben wir

$$\frac{C \operatorname{Sec} \alpha \dotplus (1 - y)\, r \operatorname{Sec} \alpha}{r \sqrt{(1 - yy)}} = \text{min.} \quad \text{und}$$

$$\frac{-rr \operatorname{Sec} \alpha \sqrt{(1 - yy)}\, dy \dotplus [C \dotplus r\,(1 - y)] \frac{r \operatorname{Sec} \alpha\, y dy}{\sqrt{(1 - yy)}}}{rr\,(1 - yy)} = 0.$$

Folglich $r\,(1 - yy) = [C \dotplus r - ry]\, y$
oder $r = (C \dotplus r)\, y$.

$$\text{Also } y = \operatorname{Cof} \tfrac{1}{2}\beta = \frac{r}{r \dotplus C} = \frac{r}{r \dotplus c\,(a - b)}.$$

Wird dieser Werth in die Gleichung $x = r\,(1 - \operatorname{Cof} \frac{1}{2}\beta)$; (§. 77. I.) gesetzt, so ist alles auf die vortheilhafteste Weise bestimmt; und man hat $x = r - \frac{rr}{r \dotplus c\,(a - b)}$.

Zus. 1. Der einzige Zweifel, welchen diese Theorie des Stackbaues noch übrig läßt, beruht meiner Meinung nach auf der Bestimmung des kleinstmöglichen Krümmungshalbmessers aus der Breite des Stroms. Ich habe es für das beste gehalten, hierin das äußerste anzunehmen, um völlig sicher zu gehen: aber ich gestehe wohl der Meinung zu seyn, der Krümmungshalbmesser des concaven Ufers werde alle Mahl wenigstens etwas größer als die Breite des Stroms seyn. Daraus würde denn folgen, daß bey gleicher Länge der Einbaue ihre Entfernung etwas größer seyn könne als diese Theorie selbige gibt; oder daß bey gleicher Entfernung, die Einbaue

etwas

etwas kürzer können genommen werden. Es versteht sich übrigens, daß wenn man ein solches System von Einbauen anordnen will man dabey nicht den kleinsten Krümmungshalbmesser vor Augen haben muß, den der Strom dermalen wirklich hat, und den man aus der Gestalt des Ufers leicht bestimmen kann; sondern denjenigen, welchen er vermöge seiner Breite und Tiefe haben könne, wenn die Umstände am schlimmsten oder das Andringen der Sandplaten und Alluvionen am größten würde. — Im übrigen wünschte ich, daß der Herr Etatsrath **Tetens** und der Herr General-Inspector **Brünings** diese Theorie des Stackbaues einer strengen Kritik unterwerfen, und dasjenige worin Sie etwa dissentiren mir gütigst mittheilen wollten.

Zus. 2. Zu einem Beyspiele in Zahlen will ich folgende Data von dem hiesigen Ebbestrom hernehmen. Anno 1789 als hier (Cuxhaven) der Ebbestrom noch durch eine große Sandplate in zwey Arme getheilt war, hielt der südliche Arm bey niedrigem Wasser die Breite

sehr nahe = = 3000 Fuß = r
die Tiefe = = = 51 = = a
das Interval der Fluth = 10 = = b
Nach §. 71. — 12 = = c

$$\text{also } \frac{r}{r \dotplus c\,(a - b)} = \frac{3000}{3492} = 0{,}8591 = \text{Cof } \tfrac{1}{2}\beta.$$

Dazu gehört $\text{Sin } \frac{1}{2}\beta = 0{,}5117930 = \text{Sin } 30°.\ 47'.$

Also würde $x = r\,(1 - \text{Cof } \frac{1}{2}\beta) = 422{,}7.$ Und die **Länge** eines senkrechten Einbaues, bey welchem $\alpha = 0$; $= c\,(a - b) \dotplus 422 = 914$ Fuß. Die **Entfernungen** derselben Einbaue $= 2r \text{ Sin } \frac{1}{2}\beta =$ 6000. 0,5118 = 3070 Fuß.

Gegenwärtig da die Sandplate ganz weggerissen ist und die Ebbe wieder ihre völlige Breite hat, kann $r = 7000$ Fuß gesetzt, die übrigen Data aber beybehalten werden. Das gibt $\text{Cof } \frac{1}{2}\beta = \frac{7000}{7492} = 0{,}9343$

und

und Sin $\frac{1}{2}\beta$ = 0,35646; x = 7000. 0,0657 = 460. Also die Länge eines Einbaues = 460 + 492 = 952 Fuß; ihre Entfernungen 4990 Fuß. Solchemnach kann man gegenwärtig mit 5 Einbauen das Ufer auf eine ganze Meile ungefähr decken, da vorhin 8 nöthig gewesen wären. Die Kosten zur Vertheidigung gegen Stromabbruch verhalten sich in beiden Fällen wie 5. 952 : 8. 914 = 2 : 3 beynahe. So viel haben sich also die Umstände, nachdem die Plate weg ist, verbessert. Inzwischen glaube ich, daß wirklich die Einbaue weiter entfernt werden können, als der Calcül gibt, wenn darin die Breite für den kleinsten Krümmungshalbmesser genommen wird. Zu Cuxhaven kann der **bisher beobachtete kleinste** Krümmungshalbmesser beynahe der doppelten Breite gleich gesetzt werden; aber es folgt freylich nicht, daß dieß der **kleinstmöglichste** sey. — In den Jahren 1774 bis 76 hat der Herr General-Inspector **Brünings** eine Rectification des Waalstroms in der Provinz Geldern mit dem erwünschten Erfolge ausgeführt. Nach der Charte von **Beyerink** und **Straalen** scheint die Serpentine eine starke aber ziemlich regelmäßige Krümmung gegen de Herwensche Buiten-Landen und daselbst einen starken Abbruch gehabt zu haben. Den kleinsten Krümmungshalbmesser finde ich hier beynahe der dreymahligen Breite des Stroms gleich. Vielleicht ist aber zur Zeit der Aufmessung der Strom nicht auf seine mittlere Höhe und Breite oder die Serpentine auch schon etwas versandet und vor dem Durchschnitt breiter gewesen. Es wäre zum Besten der Wissenschaften zu wünschen, daß mehrere solche Stromcharten öffentlich bekannt gemacht würden, welche neben dem richtigen Grundriß des Flusses, so weit er zwischen Deichen eingeschlossen ist, auch die Geschwindigkeiten in der Mitte und an den Ufern, und endlich noch die Profile des Stroms und Deiches enthalten. —

Zus. 3. Die vorgetragne Theorie des Stackbaues gehört nur für solche Seeströme, die aus **eignen** Kräften,

also vermöge einer krummen Richtung, Abbruch machen oder sich dem festen Lande nähern. Diese haben alle Mahl eine endliche Breite und einen Schlauch der tiefer ist als die seichten Gründe und Sandbänke die ihn umgeben; auch ist ihre Richtung und Geschwindigkeit determinable und die letztere zuweilen sehr lebhaft. Es gibt aber auch schwache Seeströme, die über ausgedehnte seichte Gründe längs dem Strande der Seeprovinzen sich ausbreiten, und durch eine hinzukommende äussere Kraft des Windes und der Wellen Vertiefungen machen: mit diesen hat es weniger zu bedeuten, und ich werde zu einer andern Zeit Gelegenheit haben, das nöthige darüber beyzubringen. — Zuweilen können auch unregelmäßige Gestalten der Küste Anlaß zu Vertiefungen geben, wie z. B. alle austretende Ecken oder Kaaps: aber dergleichen Tiefen können sich nie ausbreiten; sie sind beharrlich und für den übrigen Theil der Küste ohne die mindeste Gefahr einer Annäherung.

§. 79.

Bey den Einbauen in Landströmen liegt oft ein ganz anderer Zweck als die defensive Vertheidigung des abbrechenden Ufers zum Grunde, man legt nähmlich diese Einbaue nicht selten in der Absicht an, die gegenüber liegenden Sandbänke oder Alluvionen zu zerstören oder zum Abbruch zu zwingen: ein Vorsatz, den bey großen Flüssen, wie in der Nähe des Meers, sich keiner wird einfallen lassen. Ob nun gleich über diese Art Einbaue ich hier mich nicht umständlich einlassen kann, so hoffe ich doch den Strom-Architecten einen Gefallen zu thun, wenn ich hier eine Auflösung des Hauptproblems von denjenigen Einbauen mittheile, welche in den Hauptstrom hervor treten und zur Versetzung oder Abweisung derselben bestimmt sind: Die Auflösung ist von meinem mehrgedachten würdigen Lehrer, dem Herrn Etatsrath und Professor **Tetens** mir gütigst mitgetheilt, und ich setze sie in dessen eignen Worten her. S. die 47 Figur.

„Auf-

„Aufgabe.

„Das Wasser fließe in der Richtung GH mit „der absoluten Geschwindigkeit v, am Ufer AB sey „MH ein Einbau in den Fluß. Der Winkel AMH „soll gefunden werden, wobey die Kraft des von dem „Einbau aufgefangenen Wassers auf das entgegen„gesetzte Ufer oder in der Richtung KI am größten ist.„

„Vorerinnerungen.

„Es soll MH eine gerade Linie seyn, und also der „Winkel QMH eine **beständige** Größe. Mittelst „des Calculi variationis wird erwiesen, daß es so sey. „Nähmlich, daß MH geradlinig seyn müsse, wenn die „Kraft des Wassers nach KI ein maximum seyn soll. — „Es wird bey Seite gesetzt, daß vor und hinter dem Einbau „eine Masse **stillstehenden** Wassers (Eau dormante) „sich sammle. Wie und nach welchem Gesetze sich diese „bilde, und wie fern dieß stehende Wasser auf die beste „Richtung des Einbaues Einfluß habe, wird hier nicht „in Betracht gezogen. — Der Wasserstreifen GH „habe eine **Geschwindigkeit** die von der **Entfernung** „vom Ufer QH, abhängig ist. Ferner die **Tiefe** des„selben Wasserstreifens hange gleichfalls von der Größe „der Distanz QH ab.„

„Auflösung.

„Dieß vorausgesetzt sey $QH = x$. Ist die **abso„lute** Geschwindigkeit in der Direction $GH = v$; so „ist die **Geschwindigkeit in der Richtung** $KI = \frac{vx}{aa}(aa - xx)^{\frac{1}{2}}$ (wenn nähmlich $MH = a$). Es „sey der Winkel $QMH = \alpha$ so ist $\frac{x}{a} = \text{Sin}\,\alpha$; und „$\frac{(aa - xx)^{\frac{1}{2}}}{a} = \text{Cos}\,\alpha$. Folglich die erwähnte Ge„schwindigkeit nach $KI = v\,\text{Sin}\,\alpha.\,\text{Cos}\,\alpha$. Es sey

„$v = b x^n$ und $MH = z$ so wird $v = b z^n \operatorname{Sin} \alpha^n$;
„Also die relative Geschwindigkeit nach $Kl = b z^n$.
„$\operatorname{Sin} \alpha^n . \operatorname{Sin} \alpha . \operatorname{Cos} \alpha = u$. „

„Und weil nun auch die Tiefe von der Entfernung
„vom Ufer abhängt, so sey das Profil des Streifens
„$GH = h x^m \, dx = h z^m . \operatorname{Sin} \alpha^m \, dz \operatorname{Sin} \alpha$. Dieß
„Profil hat nähmlich der unendlich schmale Streifen bey
„der Geschwindigkeit $= v = b z^n \operatorname{Sin} \alpha^n$. Bey der
„Geschwindigkeit $= u$ ist also sein Profil $= \frac{v}{u} . h z^m$
„$\operatorname{Sin} \alpha^{m*1} \, dz$ und so groß ist die Fläche des jenseiti-
„gen Ufers die man sich vorstellen muß, daß sie von dem
„Stral mit der Geschwindigkeit $= u$ senkrecht getroffen
„werde; und welche mit uu multiplicirt die Kraft nach
„IK ausdrückt. Diese ist demnach $= h z^m . \operatorname{Sin} \alpha^m$
„$b b z^{2n} \operatorname{Sin} \alpha^{2n} \operatorname{Sin} \alpha^2 . \operatorname{Cos} \alpha \, dz = h . b b z^{m*2n}$
„$\operatorname{Sin} \alpha^{m*2n*2} . \operatorname{Cos} \alpha \, dz$. Dieß integrirt für $z = a$,
„das ist für eine gegebene Länge des Einbaues MH;
„bey dem gegebenen beständigen Winkel gibt das Inte-
„grale $= \frac{hbb}{m \dotplus 2n \dotplus 1} z^{m*2n*1} . \operatorname{Sin} \alpha^{m*2n*2}$
„$\operatorname{Cos} \alpha$ welches keiner Ergänzung bedarf, weil es mit z
„verschwindet. „

„Nun soll dieß, wenn $z = a$ gesetzt wird und der
„Winkel α veränderlich ist, ein **Maximum** seyn. „

„Der Kürze wegen sey $\frac{hbb}{m \dotplus 2n \dotplus 1} . a^{m*2n*1}$
„$= A$. so ist das Maximum $= A \operatorname{Sin} \alpha^{m*2n*2}$
„$\operatorname{Cos} \alpha$. „

„Das Differential davon soll $= o$ seyn. Also hat
„man, für $\operatorname{Cos} \alpha = \sqrt{(1 - \operatorname{Sin} \alpha^2)}$ gesetzt, $(m \dotplus 2n$
„$\dotplus 2) A \operatorname{Sin} \alpha^{m*2n*1} \sqrt{(1 - \operatorname{Sin} \alpha^2)} \, d \operatorname{Sin} \alpha -$
„$\frac{A \operatorname{Sin} \alpha^{m*2n*3} \, d \operatorname{Sin} \alpha}{\sqrt{(1 - \operatorname{Sin} \alpha^2)}} = o$. Folglich $\frac{m \dotplus 2n \dotplus 2}{m \dotplus 2n \dotplus 3}$
„$= \operatorname{Sin} \alpha^2$. „

„Daraus

„Daraus wird Sin α gefunden, der zu zwey Win-
„keln gehört, wovon aber der spitze QMH seyn muß,
„weil sonst die Richtung KI die entgegengesetzte ans
„Ufer AB wird, was sie nicht seyn soll.„

„Ist m = o, n = o so ist Sin α = √ (2/3)
„= Sin 54° 44′.„

„Anmerk. Es ist klar, daß der Winkel abhängt
„auch von der Verhältniß, worin die Geschwindigkeit des
„Wassers in verschiedenen Entfernungen vom Ufer sich
„ändert. Das lehrt auch die Natur der Sache, wenn
„man die Länge des Einbaues als gegeben nimmt. Eben
„so hängt der Winkel von der Tiefe ab. (Beides ist daher
„in Rechnung gebracht.)„

„Es ist nicht schwer auch zu beweisen, daß für den
„Fall des Maximums die Figur des Einbaues geradlinig
„seyn müsse. — Aber eine Hauptsache für die practische
„Anwendung ist, die Figur des stehenden Wassers zu
„finden.„

„Herr **Bossut** und Herr **Viallet** in den Recher-
„ches sur la Construction la plus avantageuse des
„digues behaupten (S. gegenwärtige Bücher-Anzeigen
„VIII St. 5 Cap.) es liege an dem Winkel des Einbaues,
„unter gewissen Umständen gar nichts. Dieß ist sicher
„nicht richtig in solchen Flüssen, wo Wellenbewegungen
„des Wassers beträchtlich sind. Ist auch wohl nicht
„ganz richtig in andern schmalen Flüssen. Aber in diesen
„letztern ist sicher viel wahres darin. Untersuchungen die
„ich darüber angestellt habe sind hier zu weitläuftig.„

So weit Hr. T. Nachher ist durch dessen Berufung nach Kopenhagen unsre für mich stets lehrreiche Correspondenz über diese Materie abgebrochen worden, welches ich sehr bedaure.

Einige nähere Erläuterungen zur Anwendung dieses Problems findet man in des Hrn. Etatsrath mehr gedachten Briefen, im 53ten Br. Auch erlaube ich es mir hier

noch ein Paar Bemerkungen über dieß interessante Problem anzufügen.

§. 80.

Wenn in dem Ausdruck $\frac{m + 2n + 2}{m + 2n + 3} = \text{Sin}\,\alpha^2$; $n = 0$ gesetzt wird, so ist das so viel, als wenn man annimmt, die Geschwindigkeit sey von der Wurzel des Einbaues bis zur Spitze, oder am Ufer und weiter im Strom einerley, nähmlich $= b = v$. Setzt man $m = 0$ so ist das, annehmen, der Einbau habe auf die ganze Länge einerley Höhe $= h$ und das Strombette sey so weit der Einbau reicht horizontal. Nimmt man dieß an und sucht den Druck, welchen ein Einbau von der Länge $= a$ unter der Neigung $= \alpha$ nach der Richtung die jener KI **entgegen** gesetzt ist, also nach HQ vom Stoße des Stroms bey der Geschwindigkeit $= v$, leidet: so findet man selbigen $= vva\,\text{Sin}\,\alpha^2\,\text{Cos}\,\alpha$. Für den Fall des Maximums hat man $2vva\,\text{Sin}\,\alpha\,\text{Cos}\,\alpha\,d\,\text{Sin}\,\alpha + vva\,\text{Sin}\,\alpha^2\,d\,\text{Cos}\,\alpha = 0$.

Und daraus erhält man, wenn statt $\text{Cos}\,\alpha$ die $\sqrt{(1 - \text{Sin}\,\alpha^2)}$ gesetzt wird, $\text{Sin}\,\alpha^2 = \frac{2}{3}$, dasselbe was Hr. T. gefunden hat. Also wird der Einbau am meisten gedruckt, wenn er den Strom am meisten gegen das neben überliegende Ufer leitet, oder diese Dinge scheinen sich wie **Druck** und **Gegendruck** zu verhalten.

Es gibt gleichsam zwey Theorien des schiefen Stoßes flüssiger Massen. Bey der einen wird der Stoß dem Quadrat des Sin des Neigungswinkels, bey der andern dem simplen Sin. proportional gesetzt. Jene liegt bey der Rechnung des Hrn. Etatsrath und bey den meisten Rechnungen dieser Art zum Grunde; die letztere aber stimmt mit der Erfahrung am besten überein. (S. die Abhandl. Theorie und Gebrauch des Hydrometr. Flügels §. 46.) Berechnet man nun die größte Wirkung des Einbaues nach der letztern, so erhält man, wenn die

Aus-

Ausdrücke des Herrn T. beybehalten werden, A. $\text{Sin}\,\alpha^{m+2n+1}\,\text{Cos}\,\alpha$ = maximum. Und daraus wird, wenn differenzirt und das Differential = o gesetzt wird, $\frac{m+2n+1}{m+2n+2} = \text{Sin}\,\alpha^2$, folglich für m = o und n = o; $\alpha = 45°$ gefunden.

Nimmt aber die Tiefe und Geschwindigkeit vom Ufer ab strom wärts zu, so werden m und n positive ganze Zahlen oder Brüche; und α wird etwas größer als 45°. Ist hingegen die größte Tiefe und Geschwindigkeit nahe am Ufer des Einbaues und strom wärts abnehmend, so werden m und n negativ und α kleiner als 45° seyn. Dieser Fall trifft vielleicht meistens zu an den concaven Ufern, wo starker Abbruch ist, und Einbaue vorgerichtet werden. Es kann also vielleicht in diesem Falle Grund haben, daß die Practiker den Winkel von ungefähr 35 Grad empfehlen, und unter sich darin durchgehends einig sind, was man sonst selten unter ihnen antrifft.

Es liegt aber, dieß hat man wohl zu merken, bey diesem Calcül zum Grunde, daß die Länge des Stacks gegeben sey. Das ist jedoch selten der Fall. Die meisten Mahle ist die Breite QH bestimmt, wie weit man in den Strom hinein bauen darf. In diesem Falle nun hängt der Winkel α von der Verschiedenheit der Tiefe und Geschwindigkeit gar nicht ab, die Rechnung wird also ganz simpel, weil diese Functionen von x oder z ganz verschwinden, und m und n = o werden. Wenn demnach der Punct H oder der senkrechte Abstand vom Ufer QH gegeben ist, so ist die Länge des Stacks = HQ. Cosec. α bestimmt; und wenn man α = 45 oder vielleicht noch besser = 40 Grade nimmt, so wird dasselbe Stack alsdann den größten Effect leisten, die Tiefe und Geschwindigkeit mögen auch beschaffen seyn wie sie wollen. Wenn in der Praxis dieser Winkel 35, oder zuweilen wohl nur 30 Grad genommen wird, so muß man vermuthen, daß

dabey wohl nicht so sehr auf das maximum der Wirkung als auf irgend ein anderes optimum derselben gesehen werde. Es bedarf keiner Erinnerung, daß im Fall Ufer und Strom nicht parallel wären, alsdann die Richtung des Stroms und nicht des Ufers zur Richtschnur dienen müsse. Ist diese eine Curve, so wird auch der Einbau auf die nähmliche Art so zu krümmen seyn, daß α ein beständiger Winkel werde. — Die gewöhnliche Methode die Richtung des Stroms vermittelst schwimmender Sachen, Kugel, Tonnen ꝛc. zu bestimmen ist irrig, wenn nicht voraus gesetzt werden kann, daß der Strom eine horizontale Oberfläche, wie stilles Wasser habe, welche er nur dann haben kann, wenn seine Geschwindigkeit sehr geringe, oder auch in allen parallelen Streifen gleich groß ist. —

Wenn also vorgeschrieben ist, wie weit man in den Strom hinein bauen darf, so convenirt einerley Winkel für alle Einbaue ohne Unterschied, ob sie lang oder kurz sind. Ist aber die Länge eines Einbaues vorgeschrieben, so können so mancherley Winkel als Einbaue statt finden. Mehrerer merkwürdigen Folgerungen aus dem Probleme des Herrn Etatsrath enthalte ich mich billig, weil ich nicht zweifele, daß derselbe diese Materie selbst ein Mahl weiter ausführen werde.

Anzei-

Anzeigen
Hydraulischer Bücher und deren Inhalt.

V. Stück.

Pensieri sul Governo de Fiumi del Conto *Carlo Bettoni.* Socio di varie accademie. Brescia 1782 groß Quart 312 Seiten.

Der Vortrag des H. Verfassers hat die Form einer Rede, welche an die Academie zu Verona gerichtet, und mit vielen angehängten Noten und sehr vielen Zeichnungen auf 21 Kupfertafeln erläutert ist.

Erster Theil. Von Befestigung der Ufer.

Erstes Kap. Die Ufer gegen Einrisse des Stroms zu befestigen, wo der Fluß **nur wenig** tief ist.

Man mache Gräben in das abbrechende Ufer, die senkrecht auf den Strom, und etwa 6 Fuß von einander abstehen; so tief beynahe als der Strom und etwa 8, 10 oder 12 Fuß lang sind. In diese Gräben lege man **Weidenbäume** mit der Wurzel ausgegraben, oder auch nur große Aeste, so daß die Stammenden in der Grube liegen, und die kleinen Aeste und Zweige in den Fluß hervortreten, und bis dicht an Grund gedruckt werden. (Siehe Figur 23, 24 und 25.) Man bewerfe die Stämme mit Erde, doch so, daß die Aeste und Zweige, welche noch an dem Stamm oder Hauptast sitzen, aufwärts gebogen und über die eingeworfne Erde hervor stehen; die Zweige welche in den Strom reichen, kann man auch aufwärts biegen, und an eingeschlagene Pfäle befestigen, auch etwas durch einander flechten, daß sie ziemlich dicht

werden und die äußersten Gipfelzweige über Wasser hervor ragen. So wird, wenn dieses im Frühling geschieht, der ganze Baum ausschlagen; der horizontal liegende Stamm wird in der ganzen Länge unterwärts Wurzel schlagen, die aufwärts stehenden Aeste werden neue Sprößlinge schießen; die Aeste und Zweige am Strom werden sich in dem Sand und Schlamm, welchen der Strom anwirft, bewurzeln und in neuen grünen Zweigen sich längs dem Ufer ausbreiten, dasselbe zum Anwachs geschickt machen, und gegen allen Angriff des Stroms beschützen. Sie sind **lebendige Abweiser** (pennelli vegetabili).

Der Herr Autor versichert, daß er den Versuch selbst gemacht habe, und es ihm damit nach Wunsch gelungen sey. Er gibt keinen botanischen Nahmen von der Weide an, bemerkt aber, daß nicht jede Weide dazu geschickt sey, sondern man diejenigen wählen müsse, die biegsame, zähe Zweige haben, und das durch einander Wickeln und Binden vertragen können.

Er hat auch bloße Weidenstöcke (abgeschneitelte grüne Aeste) mitten durch den Strom, der 4 Fuß tief war, in das Strombette eingesetzt, und mit andern horizontalen durchflochten; auch diese Stöcke sind über Wasser ausgeschlagen, und schon zwey Jahre (weiter reichte die Erfahrung des H. Verf. nicht als er das schrieb) grün geblieben. Das gäbe ein lebendiges **Stromgitter** (rastello aquatico) wodurch man den Strom aufhalten und seine Geschwindigkeit mäßigen könnte.

Der Hr. Autor hat auch ähnliche Uferbefestigungen von **Pappeln**, **Erlen** und andern Stauden versucht, die ihn aber nicht befriediget haben; doch sind die Pappeln nicht ganz zu verwerfen. Er hält auch die Pappeln und noch besser die **Tannen**, **Cypressen** und andere immer grüne Bäume, zu **augenblicklichen Uferfesten** (ripari presentanei) sehr geschickt, wenn sie zur Zeit der hohen Anschwellung vom Ufer oder Deiche ab auf die

vorhin beschriebene Art mit den ästigen und belaubten Zweigenden in den Strom gelegt werden, den sie alsdann mäßigen und abhalten. Alles dieses wird in vielen Figuren mannigfaltig und deutlich vorgestellt.

Aber der H. Verf. ist noch nicht zufrieden mit einer lebendigen Uferbefestigung die nichts wie Holz und Blätter gibt: um ganz vollkommen zu seyn, wünschte er, daß sie auch Früchte tragen mögte. Daher stellte er Versuche an mit **Maul-** und **Lorbeerbäumen**, mit **Nuß- Birn- Aepfel- Pfirschbäumen** und dem **Weinstock**; wovon die Maulbeere einige Hoffnung des guten Erfolgs gibt, der Weinstock aber sehr ausnehmend gerathen und fast den Vorzug vor Weiden zu haben scheine. Doch bedürfe er einige Unterstützung zu welchem Ende er vielleicht mit Weiden und Pappeln durch einander zu pflanzen sey.

Das zweyte Kap. Die Ufer eines tiefen Flusses zu befestigen.

Auch hiezu hält der H. Verf. die Weiden und Pappeln geschickt, wenn sie zuvor einige Jahre in einer Baumschule zubereitet werden.

Wenn man Weidenstämme, oder abgeschnittene Aeste **horizontal** pflanzt, so schießen sie in ordentlichen Entfernungen Sprößlinge, die gerade aufwärts stehen und mit dem Stamm fast **rechte** Winkel machen; die Pappeln thun dergleichen auch aber etwas unordentlich. In dem feuchten Ufer eines Grabens oder auch in einen aufgeworfnen Erdwall, pflanze man also Aeste oder Stämme die sehr schief gegen den Horizont und beynahe horizontal aus dem Ufer oder Erdwall hervorstehen. Der hervorstehende Theil wird Zweige ansetzen, die in 4, 5 bis 6 Jahren ansehnliche Höhe erreichen, daß wenn nun der ganze Stamm mit seinen Aesten ausgenommen und in tiefe Gruben auf erst beschriebene Art am tiefen Flusse versetzt wird, alsdann die Gipfel der Aeste und Zweige

über Wasser hervorstehen. Und in diesem Falle meint der H. Verf. bleiben die Weiden grün, wenn aber die Zweige nicht über Wasser hervor reichen, so ersticken sie. Im übrigen versteht es sich, daß in einer Grube mehr Stämme oder Aeste über und neben einander gelegt, mit Erde beworfen und fest gestampft, auch wenn man befürchtete, daß sie dennoch vom Strome fortgerissen würde, an eingeschlagene Pfäle können befestiget werden.

Das dritte Kap. Hohe und steile Ufer zu befestigen.

Diese soll man in verschiedene Stuffen von 6 Fuß hoch und breit abtragen. Z. B. ein Ufer wäre 24 Fuß senkrecht hoch, so mache man 4 Bänke jede von 6 Fuß hoch und 6 bis 8 Fuß breit; jede Bank betrachte man als ein besonderes Ufer und verfahre wie im ersten Kapitel.

Alle bisher erwähnte Anpflanzung werden am füglichsten ins Werk gerichtet wenn der Strom niedrig ist.

Das vierte Kap. Die vorgeschlagene Uferfesten gegen den reissenden Strom sicher zu stellen.

Wenn es dem Strom gleich möglich ist, einzelnen Bäumen die Wurzel zu entblößen und sie wegzuführen, so wird doch solches nach unserm Verf. nicht geschehen, wenn man beide Ufer auf 50, 100 oder mehr Fuß breit mit Weiden, Pappeln und Weinstöcken so dicht als möglich bepflanzt, damit die mannigfaltigen Wurzeln sich gleich einem Filz durch einander schlingen und den Strom verzögern und abhalten.

Das fünfte Kap. Tiefe Gruben (Kölke) die entfernt vom Ufer mitten im Strombette sind, anzuschlämmen.

Man nehme Bäume, von Tannen, Cypressen, Pappeln ꝛc. die sehr ästig sind und viele Zweige und Busch haben, werfe sie in die Tiefe und befestige sie durch eingeschlagene Pfäle, so werden sie den Strom mäßigen und geschickt machen, den Schlamm abzusetzen. Hat man

von den horizontalen Weiden mit verticalen Aesten, so kann man diese Aeste mit andern Zweigen durchflechten und dann alles mit Steinen bewerfen und wie Schanzkörbe einsenken. Die Zwischenräume werden sich mit Sand anfüllen, und man kann neue Fascinagen darauf einsenken.

Im **sechsten Kap.** meint der H. Verf. man könne eben diese lebendigen Uferfesten auch an den Mündungen der Flüsse (wo der Schlauch sich glockenförmig erweitern müsse) anwenden. Bey Confluenzen der Ströme ist das vielleicht thunlich, aber am Ausfluß ins Meer werden, so weit das Meerwasser reicht, die Weiden gewiß nicht wachsen, wovon ich zuverlässige Erfahrung habe.

Das siebente und achte Kapitel.

Wo der Strom senkrecht an das Ufer stößt soll man besondern Fleiß auf die Befestigung wenden, auch dem Ufer eine sanftere Krümmung nach und nach zu geben suchen. Wenn der Fluß bedeicht und der Deich zum Ufer geworden ist, so muß man hauptsächlich auf Anschlämmung Bedacht nehmen, damit man etwas Vorland wieder erhalte.

Im **neunten Kapitel** werden die Vortheile der lebendigen Uferfesten gerühmt.

Sie dienen dem Schlauche des Stroms die angemessenste Gestalt zu geben und darin zu erhalten. Durch sie conservirt man das alte Ufer und erhält Alluvionen, die gewöhnlich sehr fruchtbar sind. Sie geben Holz und Reiser zu allerley nützlichem Gebrauch.

Einwendungen wird auch begegnet. Wenn man sich vorstellt, daß die Weidenzweige, deren Stamm horizontal im Ufer liegt über Wasser immer höher wachsen, so verlieren sie ihre kleinen Nebenschößlinge und die nackten Aeste halten vielleicht den Strom nicht genug auf, der zwischendurch das Ufer also noch abnagen möchte. Der H. Verf. gibt zwar zu, daß dieß in einzelnen Fällen wohl in etwas geschehen, aber nicht erheblich werden

können;

könne; weil die Hauptbefestigung nicht so wohl in Aesten und Zweigen als in den vielfältigen Wurzeln womit sie in dem Ufer umher wuchern bestehe. — Das Vieh abzuhalten wird eine lebendige Hecke vorgeschlagen.

Der zweyte Theil.

Das erste Kap. Die Ueberschwemmungen zu verhüten indem man die Ufer erhöht.

Zu beiden Seiten des Flusses in einer Entfernung vom Ufer, die zum Vorlande zureichend erachtet wird, werfe man einen kleinen Wall auf, und bepflanze denselben mit einer breiten und dichten Hecke von Weißdorn oder auch von andern fruchtbringenden dichten Staudengewächsen. Diese Hecke geht also mit der lebendigen Uferfeste, die gleichfalls nichts anders als eine breite Hecke längs dem Ufer ist parallel. Von einer Hecke zur andern pflanze man in bequemen Entfernungen gleichfalls viele lebendige Zäune oder Hecken von Staudengewächsen, so bekommt man viele kleine viereckige Kämpe die nach allen Seiten mit Hecken begrenzt sind. Wenn nun der Fluß anschwillt und austritt, so wird er, von dem vielen Gebüsche aufgehalten, den Sand und Schlamm absetzen, und die Ufer erhöhen.

Hauptsächlich möchte diese Methode sich für morastige Ufer, die keine Deiche tragen wollen, schicken.

Das zweyte Kap. Das Land zu erhöhen, daß die Entwässerungsgräben nicht stocken.

1. Man mache in der niedrigen Gegend des Landes verschiedene Kanäle oder Gräben mit dem Strome parallel. In dieselben lasse man den Strom, wenn er angeschwollen und voll trüber Materie ist, eintreten, so wird er den mitführenden Schlamm absetzen, den man nachher hervor heben, und das Land damit erhöhen und fruchtbar machen kann.

Weil aber hiebey vieles Land durch die Gräben verloren geht, auch das Auswerfen der Gräben mit vielen

Kosten

Kosten verbunden ist, so thut diese Methode dem H. Verf. nicht Genüge, und er schlägt folgende vor. — Inzwischen scheint es mir, daß diese Bonifications-Methode sich sehr wohl schicke für manche Stromgegenden die zum Ackerbau genützt werden, und mit sehr vielen Gräben, bereits in viele kleine Grundstücke getheilt und umflossen sind. —

2te Methode. Man schließe das zu erhöhende Land zwischen Deiche ein, die sich vom Ufer ab quer durch die Pläne bis an das hohe Land erstrecken, und so hoch als die höchste Anschwellung sind. Wenn der Strom austritt, so wird er sich zwischen diese Deiche ausbreiten, stille stehen und den Schlamm absetzen. Hat man einen Polder an jeder Seite des Flusses erhöhet, so kann man zwey andere vornehmen; und auf die Weise die ganze Pläne, worin der Strom fließt vom Ursprung bis an das Meer nach und nach erhöhen. Man könnte die Erhöhung beschleunigen, wenn neben oder unterhalb des zu erhöhenden Polders das Strombette durch Einbaue beengt, oder auch durch viele Zäune und Packwerke dicht hinter einander der Strom ganz gehemmt und gleichsam zum continuirlichen Ausbreiten genöthiget würde. — Es dürfte aber diese Bonifications-Methode in solchen Stromgegenden, die bereits der Cultur unterworfen sind, viele politische und moralische Hindernisse finden, und scheint am meisten für die niedrigen Plänen zu gehören, die zu Viehweiden genutzt werden.

3. Man verwandle den niedrigsten Theil des Landes in einen See, der vermittelst Kanäle mit dem Strom connectirt wird. Den Zufluß der trüben Materie, des Schlamms und Sandes, kann man vielleicht durch künstliche Mittel noch mehr befördern; auch dem See während der Bonification zum Fischteich benutzen.

4. Am wenigsten Kopfbrechen verursacht die Methode, da man den Strom nach freyem Vermögen über die Plänen zu beiden Seiten sich ausbreiten läßt, und

nur

nur allenfalls durch Wasserzäune, lebendige Hecken und andere Staudengewächse seine Geschwindigkeit mäßiget.

Das dritte Kap. Die abfließenden Wasser zu erheben.

Wenn es auf keinerley Weise möglich ist, das Land dergestalt zu erhöhen, daß die stehenden Regen- oder Quellwasser in den Strom abfließen können, so bleibt kein anderes Mittel übrig dasselbe Land von Verwässerung und Ueberschwemmung zu befreyen, als das überflüssige Wasser durch Maschinen zu heben. Die Hauptsache hiebey betrifft die erforderliche Kraft. In Holland bedient man sich bekanntlich des Windes; unser H. Autor schlägt in Italien, wo die Winde nicht so anhaltend und lebhaft sind, den Gebrauch der Ströme selbst vor.

Er gibt auch dazu einige neue Inventionen an, die mir jedoch nicht gefallen wollen; ich werde sie inzwischen bey einer andern Gelegenheit, wenn ich alles, was die Schöpfmaschinen betrifft, zusammen nehme, mit aufstellen. Oft gibt das neue Gelegenheit zu nützlichen Compositionen und Erweiterungen, die uns sogleich nicht beyfallen.

Das vierte Kap. Den Kies und Sand am Ursprung der Flüsse zurück zu halten.

Daß die Strombetten sich erhöhen und die Plänen längs dem Flusse mit der Zeit verwässern, rührt ohne Zweifel von der trüben Materie, Kiesel, Sand und Schlamm her, welche die Ströme von den Gebirgen herunter führen. Der H. Verf. schlägt vor, man soll in der Gegend, wo die Ströme aus den Gebirgen hervor schießen, große starke Wehrdämme durch die Thäler und Stromschläuche führen, vor welche der Strom sich aufstauen und in einer großen Breite überfließen, Sand und Kiesel aber zurück lassen wird. Wenn man mehrere dergleichen Wehren hinter einander und längs an dem Abhange der Berge herum aufrichtet, so hat es wohl keinen Zweifel, daß viel Sand und Kiesel zurück gehalten werde.

Damit

Damit aber diese stuffenförmig angelegte Dämme nicht selbst mögen fortgerissen werden, müssen sie nach der Meinung des H. Verf. mit vielem Gesträuche und Bäumen durchwurzelt und bewachsen seyn.

Das fünfte Kap. Von Austiefung des Strombettes.

Wenn die Austiefung bis zum Ausfluß fortgesetzt, folglich dem Strombette mehr Abhang gegeben wird; so muß die Stromfläche sich erniedrigen, und die Anschwellungen können nicht die vorige Höhe erreichen.

Austiefungen an einzelnen Stellen des Strombettes (Kölke) sind von keinem Nutzen, weil sie der Strom in kurzem wieder anfüllt.

Das sechste Kap. Von Beengung des Strombettes.

Wenn es nützlich befunden wird, den Strom mehr einzuschränken, so kann solches nach der Meinung unsers H. Verf. am füglichsten durch erstgedachte lebendige Uferfesten, und durch Bäume, die vom Ufer ab in den Strom gewälzt werden, geschehen.

Das siebente Kap. Ströme zu rectificiren.

Das gewöhnliche aber sehr kostbare Mittel ist, die Krümmungen durchzuschneiden. Unser Hr. Verf. meint, man könne das ebenfalls mit den lebendigen Uferwerken, obwohl sehr allmählich bewirken, indem die concaven Ufer mit dergleichen Weidengebüsche versehen, die convexen aber frey gelassen werden. Der Strom ist dann an der concaven Seite eingeschränkt, und genöthiget die gegenüberstehende convexe anzugreifen.

Das achte Kap. Das Strombette durch künstliche Spülungen auszutiefen.

Wenn man den Strom durch eine Wehre abschließen und aufstauen kann, dergestalt, daß der untere Theil des Bettes fast ganz trocken, der obere angeschwellt wird; und man nun die Wehre plötzlich wegnimmt, so wird der

Strom

Strom mit großer Geschwindigkeit sich unterwärts stürzen und das Bette oberhalb und unterhalb der Wehre auf eine gute Strecke ausspülen, und Sand und Kiesel gegen das Meer führen. Es ist wahr, daß diese Spülung in verschiedenen Distanzen bis ganz an das Meer fortzusetzen wäre. Die Hauptschwierigkeit besteht darin, dergleichen Wehren geschwind uud wohlfeil zu machen und wegzunehmen. Der H. Verf. meint, daß aus Prahmen, Flößen, Bolen, Bretern und Segel sich dergleichen müsse zusammen setzen lassen; gesteht aber noch nichts genugthuendes ausgefunden zu haben.

Das neunte Kap. Kies und Sand mit Maschinen in Bewegung zu setzen.

Man könnte ohne Zweifel an allerley Flußfahrzeugen Anhängsel, z. B. Eggen, Harken und dergleichen befestigen und am Boden des Stroms nachschleppen lassen, welche alsdann den Sand und Schlamm in Bewegung setzen. Unser H. Verf. schlägt eine eigentliche Maschine vor, die vom Strome selbst bewegt werden, und hauptsächlich dienen soll, die Flußfahrzeuge selbst gegen den Strom zu bewegen, und wovon die großen Räder, welche auf dem Grunde des Strombettes umlaufen, beyläufig den Sand rege machen. Das wesentlichste der Invention besteht in zwey hohen Rädern, in welchen eine horizontal liegende Achse sich ganz herum drehen kann. In der Mitte an dieser Achse zwischen den Rädern sind Flügel angebracht nach der Einrichtung ungefähr wie man sie im **Belidor** (1ter Theil, 2tes Buch Cap. I. Tab. VII. fig. 10) antrifft; hierauf stößt der Strom und treibt die Achse oder Welle continuirlich um. Damit nun zu gleicher Zeit auch die Räder umlaufen und die Maschine vorwärts rücken möge, so ist eben diese Achse an beiden Enden noch mit festen Scheiben versehen, an welchen in gewisser Entfernung vom Mittelpunct Strebespeichen angebracht, die an einem Ende um ihre Bolzen beweglich sind, und mit dem andern auf das Strombette hinab reichen, und

der

der Bewegung der Scheiben entgegen streben, dergestalt, daß die Achse sich nicht umwälzen kann, ohne horizontal vorwärts zu rücken, und die großen Räder, folglich die ganze Maschine, in Bewegung zu setzen. Man kann die Construction und Abmessung dieser beflügelten Karre so einrichten, daß sie nach Belieben mit oder gegen den Strom mit einer Geschwindigkeit fortgeht, die größer als des Stroms Geschwindigkeit ist. Man macht leicht ein Steuerruder daran, womit sie geleitet wird. Diese Karre wird also die Fahrzeuge, welche vermittelst eines Taues daran gehängt werden, mit fortschleppen, und durch Räder und Streben den Sand und Schlamm in Bewegung setzen. Ich halte dafür, daß Bemühungen dieser Art alle Mahl Lob verdienen, gesetzt daß auch der Erfinder nicht gleich anfangs den Zweck erreichte. Wer sich mit der Ausführung oder Verbesserung dieser Karre, so wie auch mit dem im folgenden Kapitel anzuführenden Pflug, beschäftigen will, der wird wohl thun, unsern H. Verf. und dessen vielfältige Zeichnungen, worin er seine Gedanken erläutert, zu studiren.

Das zehnte Kap. Das Strombette durch Maschinen auszutiefen.

Der Strom, sagt H. **Bertoni** hat mehr Kraft als 100 Menschen oder Thiere, und es liegt ohne Zweifel an unser Unwissenheit, daß wir diese Kraft nicht zu seiner eignen Austiefung anwenden. Er schlägt einen Pflug vor, der vom Strom fortgestoßen wird und die Furchen alle Mahl gegen das Ufer wirft, wodurch das Bette in der Mitte ausgehöhlet und gegen die Ufer erhaben wird; ein Effect des Pfluges, der allen Ackerleuten genugsam bekannt ist. Hinter dem Pfluge schwimmt ein kleines Boot worin der Steuermann des Pfluges verkehrt.

Das eilfte Kap. Das Strombette zu verändern.

Wenn alle vorerwähnte Mittel die Ströme in gehöriger Ordnung und Schranken zu erhalten unthunlich

oder unzureichend erachtet werden, so könnte es vielleicht in einigen Fällen nicht undienſamlich ſeyn, dem Strom einen ganz neuen Schlauch zu graben und den alten vollends anzuſchlämmen. In ſolchem Fall muß nach der Meinung unſers H. Verf. das neue Strombette einige Jahre vorher zubereitet und die neuen Ufer mit Weiden bepflanzt und demnächſt das alte Bette mit Hecken und Zäunen durchflochten werden, damit es deſto eher anſchlämme.

Beyläufig macht der H. Verf. bemerklich, wie die Stadt **Verona** gegen die verderblichen Ueberſchwemmungen des Adige-Fluß durch zwey Mauern mitten durch die Stadt geſchützt werden könnte; und wie eben dieſe Mauern zur größten Zierde derſelben Stadt gereichen würden, wenn ſie mit allerley Statüen und Denkmählern für verdienſtvolle Männer, große Thaten, und gemeinnützige Erfindungen geſchmückt würden.

Es iſt wahr, daß der Herr Graf **Bertoni** in dieſem ganzen Werke beyläufig edle und gemeinnützige Geſinnungen und die Menſchenliebe als die größte Tugend einzuflößen ſucht. Seine Einbildungskraft iſt lebhaft und zuweilen wirklich ausſchweifend, weßhalben er auch wohl den Redner-Stil zum Vortrage gewählt hat. — In Anſehung ſeiner vielfältigen Vorſchläge, von lebendigen Uferbefeſtigungen muß ich noch bemerken, daß man dabey nicht ganz unvorſichtig verfahren, und ſelbige aller Orten ohne Unterſchied anwenden dürfe. Die Ströme können dadurch aufgehalten und erhöhet werden, worunter mancher Orten die Entwäſſerung leiden würde. Oeffentliche Ufer müſſen auch auf eine Art befeſtiget werden, welche dem öffentlichen Gebrauch nicht hinderlich iſt; und es ſcheint nicht, daß Bäume und Geſträuche ſich dazu qualificiren.

VI. Stück.

L'Idraulica pratica ragionata proposta à suoi discepoli dall'Abate *Giosefso Mari* Regio matematico camerale di *Mantova* publico professore d'idraulica pratica &c.

Tomo Primo. Guastalla 1784 in Quart 172 S.

Erste Lect. Von den Flüssen welche durch die Natur gebildet worden.

Zwischen den vielfältigen Gebirgen und Thälern der Erdoberfläche sammelten sich ursprünglich die Regen- und Schneegewässer, bis sie angeschwellt waren und überliefen. Dann ergoß sich das Wasser aus einem Becken oder Landsee in den andern. Der continuirliche Ueberlauf höhlte die Felsen und Hügel, welche die Seen von einander trennten, endlich dergestalt aus, daß diese sich ganz ausleeren und ohne Aufenthalt den niedrigern Gegenden zufließen konnten. Durch die endliche Zusammenreihung von dergleichen Becken, Kölken und Seen bildete die Natur allenthalben von den höhern Gegenden der Erdfläche gegen das Meer allmählich die großen Thäler und Schläuche unserer heutigen Flüsse.

Der **Abhang** verursacht die Bewegung. Doch könne der Fluß wegen bloßer Pression auch horizontal fließen, da alsdann die untern Stromschichten von den obern fortgedruckt; und diese von jenen wiederum wegen Cohäsion mit fortgenommen würden. — Diese Behauptung des Hrn. Verf. ist gewiß irrig. Wo ein Strom auf der Oberfläche der Erde fließen soll, muß seine **Oberfläche** eine Neigung haben; das **Bette** aber kann horizontal, oder wie man will, beschaffen seyn.

Der Fluß sucht die Ufer mit dem Faden des Stroms parallel zu machen; wenn dieß bestmöglichst geschehen, verändert er sich nicht weiter. — Dieser Satz hätte wohl Erläuterung und Beweis verdient.

Flüsse die trübes Wasser führen, kommen nie zum Beharrungsstande. Wo die Geschwindigkeit aufhöret entsteht Anschlemmung und gegen über Abbruch des Ufers.

Der Abhang des Bettes von der Quelle zum Ausfluß ist kein regelmäßiges Planum; sondern bey jeder Confluenz mindert sich der Abfall so wie sich der Wasserkörper vermehrt; daher besteht das Flußbette aus verschiedenen geneigten Ebenen, die nahe am Meer fast horizontal und zuweilen gar rückwärts geneigt sind. — Diesen und mehr andere Sätze hat der Hr. Verf. ohne Zweifel vom Hrn. **du Buat** entlehnt.

Zweyte Lect. Von den Flüssen, welche durch Industrie der Menschen gebildet worden.

Die Anwohner der Flüsse haben oft große Krümmungen durchschnitten; mehrere Flüsse und Seen vereiniget; die Ufer erhöhet, wo sie zu niedrig waren; in morastigen Gegenden Canäle ausgehöhlet.

Schiffbare Canäle von den Morgenländern, Aegyptiern, Griechen und Römern werden angeführt.

Canäle in Spanien
in England
in Flandern; in den vereinigten Niederlanden; in den nordlichen Staaten von Europa.
Canäle in Frankreich;
in Italien.

Dritte Lect. Erklärung verschiedener zu Flüssen behörigen Benennungen.

Es sind ungefähr 60 Kunstwörter hier vorläufig angeführt und erläutert, die in den folgenden Lectionen gebraucht werden.

Vierte Lect. Von Construction der Deiche, von welcher Erde und auf welchem Grunde.

Deich heißt jedes Obstaculum, welches der Kraft des Wassers, sich auszubreiten, widersteht. **Natürliche** sind die Ufer, Küsten und Anhöhen längs den Flüssen

und

und Meeren. Hier wird nur von den künstlichen gehandelt.

Um feste Deiche zu machen, muß man die Ursachen kennen, wodurch das Wasser sie zerstöret: diese sind a) das Reiben des Wassers an der äußern Fläche; b) das Wirbeln des Stroms längs dem Deichsfuße; c) die Filtration; d) der Seitendruck. Gegen a und c ist gute Wahl und Zusammenfügung des Materials; gegen b die Verlängerung der Scarpe (d. i. größere Schräge der äußeren Fläche); und gegen d gute Stärke oder Gewicht des Deichskörpers nöthig.

Morastige weiche Erde und Sand taugen nicht; die mittlere zwischen diesen beiden fehlerhaften ist die beste.

Die Erde wird in Lagen $\frac{3}{4}$ bis 1 Fuß dick aufgefahren, mit Ochsen und Pferden wenn es seyn kann; alle Lagen werden gestampft, und wenn es nöthig mit Wasser angefeuchtet. Wäre die Erde nicht zähe genug, so muß der Deich mit Steinen revetirt werden.

Man sondire den Grund vorher mit einem Erdbohrer, ob er auch von fester Erde sey, die das Wasser nicht durchquellen lasse. (Beyläufig kann man auch daran erkennen, ob er den Deich ohne große Sinkung werde tragen können.) Wird der Deich auf einen Grasanger gelegt, so schäle man vorher den Rasen ab, und bekleide damit nachher den Deich. Den festen Grund kann man etwas aufritzen. Hölzerne Siele und Höhlen durch den Deich werden an den äußeren Seiten gleichfalls gestreifelt und rauh gemacht, um die Erde damit besser zu vereinigen.

Man mache die Erdschichten so, daß Menschen und Vieh, welche die Erde herbeyführen, selbige immer fester treten; fahre den Deich nicht zu schnell auf; pflüge das Feld um, wo die Erde weggenommen werden soll; hohle die Erde mit Sturzkarren herbey, die sich von selbst ausleeren. (Der Hr. Verf. sagt: con Ruzze che empionsi

da se. Mir sind diese Ruzzen, die sich von selbst **anfüllen** nicht bekannt.) Die Tragbahren sind, wenn man in die Höhe gehen soll, von wenig Nutzen; besser sind die Hand- oder Schiebkarren. Wo man Wagen gebrauchen kann richtet man damit am meisten aus. (Sind aber am Deiche, wenn derselbe etwas hoch wird, zu unbequem und beschwerlich.) Feste Rasen müssen zerstoßen und zerbrochen werden. Die Frühlingszeit ist die beste. Die Erde wird stromwärts genommen, aber nicht so nahe, daß der Deich Schaden nimmt; auch nicht so tief, daß alles Vorland verloren gehe. Die Gruben müssen durch Zwischendämme unterbrochen werden, damit der Strom, wenn er übertritt, nicht angelockt werde.

Wenn der Grund nicht tragen will, muß man die Basis des Deichs sehr breit nehmen; und wiederhohlt erhöhen, bis er sich endlich genugsam gesetzt hat. Zuweilen hat man auch Deiche im Moraste auf Unterlagen von Faschinen glücklich gestützt.

Wenn die Deiche auf dergleichen sumpfigem Grunde nicht genugsame Basis haben, so bersten sie indem sie sinken. Der **Barrolsdeich** spaltete sich auf $1\frac{1}{2}$ Meile lang. Längs dem großen **Pofluß** hat man verschiedene Stellen entdeckt, die oben gut und unten morastig sind, und die man oft durch eine kleine Zurückziehung des Deichs umgehen kann. Man muß durch eingegrabene Brunnen sich vorher überzeugen. Es wird alle Mahl am sichersten seyn, daß man einzelne Hügel oder Stücken des Deichs hie und da ein Jahr vorher aufführe, bevor man den ganzen Deich anfängt.

Oft kann der Deich eine Zeitlang liegen und in folgenden Zeiten durch Ausräumung des Strombettes, oder Minirung des Stromes zum Sinken gebracht werden. Das geschahe im cavo Benedettino. Man muß solchen Falls an der Stromseite des Deichs Erde wegnehmen, landwärts wieder anbringen und daselbst den Deich breiter machen, das Vorland aber unberührt lassen.

Man

Man hüte sich den Fluß durch einen Sumpf eher zu bedeichen, bevor man ihm ordentliche Ufer gegeben. Dieß kann geschehen durch Faschinen von Rohr und Weidenbusch, die in Lagen über einander mit Erde dazwischen aufgeführt werden. Die Bedeichung geschieht von oben nach unten; die Aushöhlung und Zubereitung eines Schlauchs von unten nach oben. Flüsse die trübes Wasser führen lassen sich in niedrigen Gegenden und ohne gutes Vorland nicht bedeichen. Man muß vorher die niedrigen Stellen durch Anschwemmung erhöhen.

Deiche von Kies und guter Erde gemischt halten sich gut. Deiche ganz von Sand müssen außerordentlich breit und stromwärts sehr flach seyn. Filtration und Quellen durch den Deich, die klares Wasser geben, sind ohne Bedeutung, geben sie aber trübes Wasser, so müssen sie verstopft werden.

Fünfte Lect. Von der Richtung der Deichslinie in Rücksicht auf den Strom.

Die neue Deichslinie wird möglichst gerade, und wo es nicht anders seyn kann in sanfter Krümmung gelegt. Man unterscheidet dreyerley Lagen: die überstehende, unterliegende und parallele. Ein Deich heißt **über dem Strom** (sopra stante) wenn sich der Strom von ihm entfernt, er heißt **unter dem Strom** (soggiacente) wenn sich der Strom nähert oder darauf steht. Er heißt **längs dem Strom**, wenn er damit parallel geht.

Die **erste Regel** ist, daß der Deich nach Möglichkeit über den Strom gelegt werden müsse; und dann eher parallel als unterm Strom. Im letztern Fall muß der Winkel unter welchem der Strom auffällt möglichst klein seyn.

Ein Streit zwischen den **Piacentinern** und **Milanesern** über die Situation eines herzustellenden Deichs wird erzählt.

Die zweyte Regel: der Deich muß keine Sackkrümmung haben, in welcher der Strom das Wasser in die Höhe drängt.

Dritte Regel: daß wie der Deich von dem Scheitel einer Krümmung oder Corrosion des Stroms verlängert und entfernt wird, man ihn nicht zu plötzlich wider dem Strom nähere, damit derselbe nicht zu sehr beschränkt werde.

Vierte Regel: es müssen keine niedrige Sommerdeiche oder Privatdeiche vor dem Hauptdeich geduldet werden. Der Herr Verf. meint, daß wenn sie überlaufen oder durchbrechen der Hauptdeich desto mehr Gefahr leide; und wenn sie auch hoch und stark genug wären der Anschwellung des Stroms zu widerstehen, so würden sie dennoch den schädlichen Effect haben, daß die Regenfluthen höher auflaufen. — Man sieht leicht, daß dieß nur der Fall seyn könne, wenn der Strom durch dergleichen Eindeichung des Vorlandes beenget oder der Deich zu nahe ans Ufer gelegt würde.

Sechste Lect. Von der nöthigen Höhe der Deiche.

Es ist Erfahrung, sagt der Herr Verf., daß durch Eindeichung eines Flusses die Ueberströmung der Fluthen nicht über 4 Fuß (due braccia) erhöhet werde, wofern anders die Deiche die gehörige Entfernung haben. Da auch der neue Deich sich 1 bis 2 Fuß setzt, so soll man den Deich 5 bis 6 Fuß über die höchsten Ueberschwemmungen, welche vor der Eindeichung statt gefunden, erheben. — Diese Regel ist ohne Zweifel nicht allgemein; auch finde ich sie nicht in andern Italienischen Schriftstellern.

Die nur gedachte Regel gelte für Parallel-Deiche. Deiche unter dem Strom müssen etwas höher seyn.

Die Deiche unterm Strom halten auch den Strom auf, und verursachen dadurch eine höhere Aufstauung der Ueberströmungen. Wo also viele solche Deichsstrecken vor-

vorhanden, müssen auch die Deiche über dem Strom und die Parallel-Deiche deßwegen etwas höher seyn.

Ein Deich könne auch hoch oder nicht hoch genug seyn, nachdem der Stromstrich in der höchsten Anschwellung sich nahe an ihm hinzieht oder davon entfernt. Wo der Strom am schnellsten fließt sey er am niedrigsten. — Nach Hrn. **Buat** ist umgekehrt die Stromfläche am höchsten, wo die Geschwindigkeit am größten ist. Vielleicht kann beides statt finden nachdem der Strom im **Abfall** oder im **Wachsthum** befindlich ist. Wenigstens in großen Strömen die **Fluth** und **Ebbe** haben, strömt das Wasser bey der Fluth von der Mitte gegen die Ufer; bey der Ebbe von den Ufern gegen die Mitte. Also scheint erstern Falls der Stromstrich in der Mitte am höchsten, und letztern Falls daselbst am niedrigsten zu seyn.—

Das Zurückziehen der Deiche bey der geringsten Corrosion vermehrt die Krümmungen, folglich die Aufstauung und Erhöhung der Stromfläche.

Ein neu bedeichter Strom erweitert und vertieft seinen Schlauch und greift die Ufer an, worauf bey der Bedeichung Rücksicht zu nehmen.

Siebente Lect. Von der Größe und Gestalt der Deiche.

Wenn die Practiker von der Größe der Deiche reden, pflegen sie zweyerley vorzuschlagen, nähmlich den Deich zu **tripliren** oder zu **quadrupliren**, d. h. die dreymahlige oder viermahlige Höhe zur Basis nehmen. Würde z. B. der Deich 12 Fuß hoch, so würde die Anlage 36 oder 48 Fuß; der Kamm würde dann in beiden Fällen 12 und die beiden Escarpen oder Dossirungen auch jede 12 oder 18 Fuß breit.

Aus **Barattieri** Regel (Archit. d'acque part. 1. lib. 8. cap. 12. pag. 245) folgt, daß nachdem die Deiche niedrig oder hoch auch über oder unter dem Strom liegen, ihre Basis von der dreyfachen bis zur sechsfachen Höhe wohl wachsen könne.

Die in der Practik gangbare Regel, daß der Deich zureichend stark werde, wenn die Dossirung auf 1 Fuß hoch 1 Fuß Anlage oder eine Schräge von 45 Grade habe, ist irrig. Wenn sie zutrifft für einen niedrigern Deich, so paßt sie gewiß nicht für einen höhern. Der Hr. Verf. gibt davon keine deutliche Ursache an; man findet diese aber in der Theorie vom Profile §. 30 und §. 46. Ueberdem will auch der Sand eine größere Dossirung haben als zähes Erdreich. Verschiedene Beyspiele, wo Deiche nach obiger Regel angelegt und durchgebrochen, werden angeführt.

Es ist der stille Seitendruck des Wassers nicht die einzige Ursache, warum die Deiche eine große Basis haben müssen; man muß bedenken, daß die Wassertheilchen sich in den Deich eindringen und ihn erweichen und zum Absinken geschickt machen. Dazu kommt, daß Wind, Regen und Thiere die steilen Deiche sehr abnutzen. Es ist besonders, daß der Herr Verf. eine Hauptursache, warum die Deiche flach seyn sollten, nähmlich wegen eines guten und festen Rasen, ganz übersehen hat.

Wenn ein Deich zu schwach und steil befunden wird, daß er absinkt oder Wasser durchquillt, so wird er mit einer **Bank, Bankette** oder Schemel verstärkt; diese Bänke sind nach der Zeichnung des Autors nichts anders als Schichten von Erde, welche neben dem Deiche gelegt, so breit, daß mit Wagen und Karren darauf gefahren werden kann, und halb oder ein Drittheil so hoch als der Deich sind.

Achte Lect. Von den Deichen am äußern Ende der Ströme, wo diese sich ins Meer ergießen.

Wenn Ströme zu schwach sind ihre Ausflüsse offen und tief zu erhalten, so wird es gut seyn, diese Ausflüsse durch Deiche zu beengen, welche, indem sie aus zwey Reihen Pfälen mit Steinen gefüllt bestehen können, bis ins freye Meer sich erstrecken.

Wo die Ströme schnell ins Meer fließen sey ihre Oberfläche etwas niedriger als die Meersfläche selbst. Der Abfall des Flußbettes müsse von dem niedrigsten Punct des Ausflusses an gerechnet werden. Wo der **Sand** und **Meer-Algen** anfangen und die trüben Materien des Stroms aufhören, da sey die Grenze des Strombettes. — Eine bestimmte Grenze zwischen Meersgrund und Strombette läßt sich wohl nicht ganz genau in der Natur finden. — Die Materie des Grundes zu erforschen kann man sich eines gewöhnlichen Senkbleyes bedienen, welches an der Unterfläche mit Talg beschmieret und dann auf den Grund gesenkt wird, damit der vorhandene Sand und Schlamm sich ansetze.

Wenn die Mündung wirklich schon versandet ist, so muß man dem Strom eine Bahn durch den Sand öffnen, so tief als möglich, und ihn dann einschließen.

Der Hr. Verf. führt glücklich ausgeführte Beyspiele von regulirten Ausflüssen der Ströme an.

Neunte Lect. Von Bekleidung der Deiche mit Steinen.

Wo man nicht Raum genug hat, den Deichen gehörige Abflächung zu geben, sondern unmittelbar am Strom bauen muß, wie z. B. die Kayen oder Vorsetzen in einer Stadt, da kann man die Erde mit Steinen revetiren. — Was unser Hr. Verf. über die Construction dergleichen Revetements hier anführt, scheint aus **Bossut** und **Viallet** Recherches sur la constr. la plus avantageuse des digues chap. premier. entlehnt zu seyn.

Wenn ein kleiner Fluß bey niedrigstem Wasser nicht schiffbar wäre, so könnte man sein Bette zu einer Seite mit einer Mauer einfassen und es daselbst vertiefen, damit das Wasser nicht über das ganze Bette sich ausbreite, sondern in den kleinen Canal CD (fig. 26) sich sammle und fahrbare Tiefe erhielte. — Wahrscheinlich möchte man es gerathener finden, diesen Canal in die Mitte des

Schlauchs

Schlauchs zu verlegen wie fig. 27. Uebrigens sieht man wohl, daß ein solcher Canal in einen Strom der trübes Wasser führt nicht offen bleiben, sondern mit Sand und Schlamm bald angefüllt werde.

Von der Stärke einer Mauer in Rücksicht auf den Druck des Wassers und Stoß des Stroms führt der Hr. Verf. einiges aus der erwähnten Schrift von **Bossut** und **Viallet** an.

Zehnte Lect. Von Bekleidung der Deiche mit Holz.

In den Ländern wo man mehr Holz als Steine hat, sieht man oft hölzerne Vorsetzen, womit die Ufer der Ströme in den Städten eingefaßt werden. Der Herr Verf. macht in einer Zeichnung die gewöhnliche Construction von dergleichen Bau vorstellig.

Die in Italien gewöhnliche Art, die Deiche gegen Corrosion zu befestigen bestehe darin, die Escarpe mit kegelförmigen Schanzkörben zu bewerfen. Davon redet der Herr Verf. in lect. XXVI. — Die Bekleidung mit Faschinen erhalte ihre Festigkeit mehr von dem Verweben und Flechten als von der Schwere, und könne hauptsächlich auf zweyerley Art geschehen: 1) da man eine einfache Lage langer Faschinen dicht neben einander längs der Abdachung befestiget. 2) Da man mehrere Lagen über einander fügt, so daß die erstern Lagen unter den letztern hervorstehen. Nachher wird Zaunwerk darüber hergeflochten. Unten und oben, und wenn die Buschdecke breit ist, auch in der Mitte, werden längere Faschinen und längere Pfäle genommen; welche stärkere Befestigungen die **Wurzel** der Fascinage genannt werden.

Man kann auch Flechten (Fläken) zur Bedeckung gebrauchen; desgleichen doppeltes Gitter- oder Korbwerk von Ruthen mit Stroh dazwischen. Man kann auch den Fuß der Deichsdossirung mit Anpflanzung von Weiden oder anderm Gesträuche beschützen.

Bekleidungen oder Verstärkungen von Erde werden auch unter verschiedenen Nahmen angebracht. Z. B. fig. $\frac{28}{3}$ ist A der erste Deichskörper. B, C und D stromwärts heißen **Brüstung** (petto) **Brustwehre** (Antipetto) und **Schemel** (parapetto); landwärts heißen diese Dinge E, F, G. **Rücklehne** (spalla); **Bank** (banca) und **Bankette** oder Bänklein (sottobanca). Man thut aber besser, diese Nahmen zu sparen und gerade Abdachungen wie H i zu machen.

Eilfte Lect. Von den Mitteln die Deiche zu erhalten.

Es ist erstaunlich und mitleidenswerth wie viel Kosten auf die Erhaltung der Deiche gewandt werden, ohne daß man oft damit viel ausrichtet. — Es gibt zweyerley Erhaltungsmittel: **Einige generale**, die auf das ganze System des Flusses, und **andere** die bloß auf die abbrechenden Uferstellen sich beziehen. Hier wird von den erstern gehandelt. Die Hauptsache ist, daß der Fluß im Beharrungsstande und die größte Geschwindigkeit des Stroms jederzeit in der Mitte des Schlauchs sey.

Ein trüber Strom macht Anschlämmung neben einem Gegenstand, der seine Geschwindigkeit unterbricht, und biegt sich an das gegen überstehende Ufer, woraus Corrosion entsteht. — Zuweilen besteht das Bette aus Materien von ungleichem Widerstande; da alsdann die schwächern Stellen am ersten nachgeben und den Strom anlocken.

Man sollte dem Strom, der aus der Bahn weicht, gleich anfangs widerstehen; aber man läßt ihn erst das Vorland wegreissen, zieht die Deiche zurück, wodurch seine Krümmungen und Angriffe immer größer werden.

Bald wird das Vorland mit Bäumen zu sehr bepflanzt; bald mit Deichen zu sehr beschränkt und geschmälert; wodurch die Anschwellungen und Angriffe erhöhet werden.

Der Formirung der Inseln oder Wärdern und Sandbänke sollte man vor allen Dingen widerstehen. Des Endes sollte nach jeder außerordentlichen Anschwellung fleissig sondirt werden.

Im Zurückziehen der Deiche sollte man sie nicht unter den Strom legen. — Die Mühlen und Brückenpfeiler veranlassen gewöhnlich Tiefen nahe am Ufer die Sorgfalt verdienen. — Die Wehren und Dämme welche die Fischer zu machen pflegen, erfordern gleichfalls Aufsicht. Die Gruben und Löcher im Vorlande sollten verboten werden. — Die Stacken oder Einbaue sollten nicht zu hoch, wenigstens an der Spitze niedriger als am Ufer seyn; und nach Erfüllung ihres Zwecks wieder weggenommen werden.

Um alle dergleichen Unregelmäßigkeit zu verhüten, sollte der Fluß unter öffentlicher Aufsicht von eigends dazu bestellten Personen bestehen. — Diese müssen zu dem Ende mit richtigen Charten sich versehen, auf welchen vorgestellt ist I. die Deichslinie nach der ganzen Breite mit den Bäumen so etwa darauf stehen. II. Die Beschaffenheit des Vorlandes. III. Die Strombahn im niedrigsten, mittlern und höchsten Stande. IV. Die Tiefe. V. Der Stromstrich und die beständigen Wirbel. VI. Sandbänke und Inseln. VII. Die Alluvionen. VIII. Uferbefestigungen. IX. Einbaue. X. Die Brückenpfeiler, Mühlen, Fischerwerke. XI. Schleußen, Abwässerungen, Seen mit der Höhe der angrenzenden Ländereyen. XII. Die Höhe der Deiche, der Anschwellung. XIII. Die Geschwindigkeit des Stroms bey bekannter Höhe und seine Bricollen.

Zwölfte Lect. Von den vornehmsten Ursachen der Corrosion.

Die erste rührt von Krümmungen des Schlauchs her, welche selten dem Strom angemessen. — Die zweyte ist die Beengung des Schlauchs und die größere

Festig-

Festigkeit des Bettes als die Ufer. — Die dritte sind die Hinderniſſe, als Wehren und Schläußendämme, welche den Strom gewaltsam unterbrechen und unordentlich machen. — Die vierte sind die influirenden Ströme, welche den Hauptstrom aus seiner Bahn drängen. — Die fünfte sind die ungleichen Tiefen des Bettes, welche von der ungleichen Festigkeit desselben herrühren; und ungleichen Abhang und Geschwindigkeit verursachen. — Sechstens, die Alluvionen, welche sich am Fuße des Vorlandes zuweilen ansetzen. — Siebentens, die vorhergehenden Corrosionen welche Ursachen der folgenden sind. — Achtens, Felsen oder feste Gebäude in einem Ufer. — Neuntens, Sandbänke. — Zehntens, die wellenförmige Bewegung vom Winde veranlaßt, kann auch eine Ursache der Corrosion absonderlich der Deiche werden. — Eilftens, Sturzbäche die Sand und Kiesel in den Strom führen. — Zwölftens, die übele Situation der Deiche die unterm Strom liegen und ihn nach der gegenüberstehenden Seite reflectiren.

Dreyzehnte Lect. Wie die Corrosion durch übel angewandte Mittel vergrößert werde.

An statt dem Abbruch zu steuern, wenn er dem Deich zu nahe kommt, legt man den Deich häufig zurück, wodurch die Stromkrümme noch größer und der Abbruch verstärkt wird. — Zweytens, man gibt den Deiche und abbrechenden Ufer oberhalb dem Wasser eine schöne Fläche, aber in der Tiefe nahe am Grunde bleibt alles steil und unterminirt. — Drittens, man macht sich nichts aus den Strommwirbeln und Mahlströmen, sondern läßt ihnen ihren eignen Lauf und Erweiterung. — Viertens, man nimmt die Alluvionen dem Abbruch gegen über, die als Stacken dienen und die Einrisse erweitern, nicht weg. — Fünftens, die Stacken welche zu hoch sind oder einen spitzen Winkel mit dem Strom machen, vermehren auch den Abbruch. Sechstens, auch die Uferbefestigung mit Schanzkörben wenn sie nicht nach einer allmählichen Curve,

sondern

sondern eckig und unordentlich vorgeworfen sind, werden eine Ursache der Corrosion.

Vierzehnte Lect. Von den Corrosionen, die zum Beharrungsstande gelangt sind.

Die Ufereinrisse erweitern sich nicht ins Unendliche, sondern sie kommen endlich in einen Zustand, wo die Festigkeit des Erdreichs dem Strom das Gleichgewicht hält. Die Kennzeichen dieses Zustandes führt der Hr. Verf. an, und hat sie ohne Zweifel von Hrn. **Buat** entlehnt. S. 4 Stück dieser Anz. Cap. 5. §. 85.

Funfzehnte Lect. Von der Curve, welche einer Stromkrümme von mehrern Bricollen angemessen ist. — Siehe a. a. O. §. 87 ꝛc. wo alles was unser Hr. Verf. in der 15ten, 16ten und 17ten **Lect.** sagt, kurz zusammen gefaßt ist.

Achtzehnte Lect. Von den Mitteln gegen nothwendige und beharrliche Corrosionen.

Der Hr. Verf. nennt die Ufereinrisse, welche von der gekrümmten Lage des Schlauchs herrühren, und ohne gänzlichen Durchschnitt der Krümme nicht gehoben werden können **nothwendig**, alle übrigen nennt er **zufällig**. Die Kunst besteht nun darin von den zufälligen Abbrüchen die Ursachen wegzuräumen und von den nothwendigen sie möglichst zu mindern, und dahin zu trachten, daß das Ufer mit dem angreifenden Strom ins Gleichgewicht komme. Dazu wird erfordert, daß man dem Schlauch die ihm angemessene regelmäßige Curve (15te Lect.) gebe, in welcher er allenthalben ohne Anstoß fortfließen könne.

Neunzehnte Lect. Von den Mitteln gegen zufällige Ufereinrisse.

Wofern der Abbruch sich dem Beharrungsstande nähert, so muß man dazu beförderlich seyn. Sonst muß die gegenüber liegende Alluvion zerstöret, der Einriß angeschlämmet und des Endes ein Stack am abbrechenden Ufer ober-

oberhalb der größten Tiefe eingebauet werden. Solche Corrosionen die von andern verursacht werden sind schwer zu heben. Ein Stack in dem untersten Einriß würde bald unnütz, indem mit Erweiterung des obern Einrisses der Bricollwinkel sich änderte und der Strom oberhalb oder unterhalb dem Stacke das Ufer treffen würde. Wofern man also die obere Corrosion nicht in Beharrungsstand setzen kann, so wird das beste seyn, der untern eine gute Uferbefestigung zu verschaffen. Sonst muß man alle Mahl darauf bedacht seyn, die Ursache wegzuräumen.

Zwanzigste Lect. Von den Mitteln gegen die mondförmigen Einrisse in den abbrechenden Krümmungen.

In einem großen Uferabbruch entstehen oft kleinere, hauptsächlich wo der Faden des Stroms einfällt; diese kleinen Einrisse, dem wachsenden Monde ähnlich, nennt der Hr. Verf. Lunate. — Man kann den Einfall des Stromstrichs durch einen Einbau ändern und die mondförmigen Einrisse verhüten. Zuweilen entstehen sie auch durch Quellen, und man sieht alsdann das Wasser aus dem Deiche oder Ufer hervor tröpfeln und die feuchte Erde abfallen. In diesem Falle ist es am besten zu einer oder andern Seite des Deichs einen tiefen Graben zu ziehen, und denselben mit guter Thonerde zu füllen. — Zuweilen können auch die Einbaue selbst dergleichen mondförmige Einrisse veranlassen, wenn sie nach dem gegenüber liegenden Deich und nicht nach der Mitte des Stroms gerichtet sind; und dann müssen sie umgeändert werden.

Ein und zwanzigste Lect. Von den Mitteln gegen mondförmige Einrisse welche durch Wirbel verursacht werden.

Ein **Wirbel** ist eine Partie Wasser die im Kreise horizontal oder vertical sich herum dreht. Die Wirbel sind beweglich wenn sie mit dem Strom fortgeführt werden, oder unbeweglich wenn sie an demselben Orte bleiben. Diese höhlen den Grund aus und greifen die Ufer an. —

Die **horizontalen** Wirbel machen Austiefungen des Grundes, welche **Kölke** genannt werden. Wenn durch dergleichen Kölke das Wasser hinströmen will, so entstehen die **verticalen** Wirbel, welche die Kölke sehr erweitern. Das Wasser nimmt an der Oberfläche alsdann eine kochende Bewegung an. Da einige horizontale Wirbel ohne Zweifel sehr oberflächlich und unschädlich sind, so könnten diejenigen, von welchen unser Hr. Verf. sagt, daß sie sich mit einer kegelförmigen Spirale in die Tiefe erstrecken und Kölke machen, füglich **Strudel** genannt werden. — Das beste Mittel gegen die Strudel ist sie zu verhüten, folglich die Ursachen zu entfernen. Steile oder perpendiculäre Ufer oder Deiche, gegen welche der Strom schief einfällt; der Zusammenfluß zweyer Ströme; Unebenheiten des Strombettes, sind die gewöhnlichsten Ursachen. Es müssen also die steilen Ufer abgeflächt; schief einfließende Ströme gehörig geleitet, und die Ufer eingefaßt, endlich die Unebenheiten des Strombettes und der Ufer weggeräumet werden. Große Tiefen fülle man aus mit Sandsäcken, Schanzkörben, Rasen, Steingraus und Kiesel.

Zwey und zwanzigste Lect. Von der Lage, Höhe, Länge und Direction der Einbaue.

Eine allgemeine Regel ist, daß die Einbaue am Anfang der Corrosion oder in der ersten Bricolle gelegt werden; obgleich man sie lieber einige Ruthen höher legen sollte, damit sie den Strom abweisen bevor er das Ufer erreichte. — Die Höhe des Einbaues sagen die Practiker müsse nach dem Zwecke regulirt werden. Soll der Einbau z. B. eine Alluvion zerstören, so müsse er ihr an Höhe gleich kommen. Wäre er niedriger so würde die Alluvion nicht genugsam angegriffen; wäre er höher, so würde nicht allein die Alluvion sondern auch das alte Ufer oder der Deich mitgenommen werden. Wolle man eine Anschlämmung verursachen, so könne der Einbau $\frac{1}{2}$ Fuß oder 1 Fuß niedriger als die gewöhnlich niedrigste Stromfläche

fläche seyn. Diejenigen welche so hoch als die mittlere Anschwellung bauen, scheinen den Effect und die Gefahr der hohen Einbaue nicht zu kennen. — Der Einbau muß weiter in den Strom allmählich an Höhe abnehmen und nur da wo er den Strom zurückwirft die Höhe der Alluvion haben. Alle Mahl muß der äußerste Theil des Einbaues unter Wasser bleiben, wenn der Strom in seiner mittlern Höhe ist. Hervorstehende Einbaue verursachen horizontale Wirbel die unterhalb und oberhalb die Ufer berühren. — Man wird die Alluvion nicht zerstört sehen, wenn nicht die Spitze des Einbaues bis über die größte Tiefe des Strombettes sich erstreckt. — Die Direction des Einbaues scheint gleichfalls von dem vorgesetzten Zwecke abzuhängen. Will man eine Alluvion zerstören, so muß der Einbau gegen den am meisten hervorragenden Theil derselben gerichtet seyn.

Drey und zwanzigste Lect. Von den beweglichen Einbauen (pennelli ambulanti).

Bewegliche Stacken werden diejenigen genannt, welche nachdem sie ihren Zweck erfüllet, füglich weggenommen und an einem andern Orte können gebraucht werden. Die allereinfachsten sind von Gitterwerk, Zaun- oder Flechtwerk von Busch an einer simplen Reihe Pfäle gestützt. Wenn der Strom stark ist kann man die Flechten (Fläken, graticci) auch doppelt nehmen, und zu mehrerer Dichtigkeit auch Rohr oder Stroh dazwischen befassen. Man kann sie von beliebiger Größe machen, und falls sie die ganze Stromtiefe nicht abreichen, kann man zwey oder mehr mit langen Ruthen, Stacken oder Sparrels an einander fügen und mit Weidenreisern (Wehden) befestigen. — In sehr kleinen Strömen können auch einzelne Bäume mit dichtem Laube, Pappeln, Tannen ꝛc. als bewegliche Stacken dienen, wenn sie mit den Zweigenden in den Strom geworfen und mit dem Stammende ins Ufer befestiget werden. Der Hr. Verf. führt noch mehrere Arten der schwimmenden oder beweg-

lichen Stacken von hölzernen Böcken, von Kasten und Kistwerk an. S. Belid. arch. hydraul. liv. 4. chap. I. §. 1017.

Vier und zwanzigste Lect. Von den festen Einbauen (pennelli stabili).

Der Hr. Vers. beschreibt in dieser Lection die verschiedenen und genugsam bekannten Methoden, wie man die unbeweglichen Eindämmungen von Schanzkörben, Faschinen, Pfalwänden, Kist- und Mauerwerk verfertiget.

Fünf und zwanzigste Lect. Von der Art, wie Einbaue wirken; nöthige Vorsicht bey der Construction.

Vor und hinter jedem Stack, sagt der Hr. Vers., werde ein Theil des Stroms aufgehalten. Und dieses todte Wasser oder Wirbel sey sich immer gleich, wenn die Spitze des Stacks unverändert bleibt, es möge übrigens einen stumpfen, rechten oder spitzen Winkel mit dem Ufer machen. Auch würde die Anschlemmung alsdann unterhalb zu beiden Seiten oder oberhalb erfolgen. — Der Strom treffe nicht unmittelbar auf das Stack sondern würde von dem Wirbel abgeworfen. Die zurückwerfende Kraft sey dem Product aus Sin. in Cos. des Winkels, den der Einbau mit dem Strom mache, proportional, folglich bey 45 Gr. am größten. — Wenn das Stack eine Alluvion zerstören solle, könne man die Wirkung sehr befördern, wenn die Alluvion mit einem Pflug aufgelockert würde. — Der Stacken Ruin sind die Strudel, die an den Seiten und an der Spitze entstehen, und denen man nicht anders als durch eine gute Abdachung strombärts vorbauen kann. — Wenn in einem Abbruche mehrere Stacken kommen müssen, soll man nie das zweyte bauen bis man die Wirkung des erstern gesehen habe. — In festem Grunde wo die Pfäle mit jedem Schlage nur wenig und immer weniger sich eintreiben lassen, genügt es, sie zur halben Länge oder etwas weniger einzuschlagen. In Sand, weichen Grund und

Moraſt

Moraſt müſſen ſie über die Hälfte tiefer geſchlagen werden. —

Sechs und zwanzigſte Lect. Von Senkwaaſen oder Schanzkörbenwerk (De Burgamenti).

Die kegelförmigen Senkkörbe (Burghe) ſind am **Poſluß** ſehr gebräuchlich. Ganze Abbrüche werden damit von Grund auf angefüllt. — Die beiden Hauptwirkungen der Uferbefeſtigung mit dergleichen Senkwerken ſind, daß erſtlich der Widerſtand in der ganzen Corroſion gleichförmig vertheilt und nicht in ein Paar einzle Stellen geſetzt wird, wie bey den Stackwerken; daß zweytens eine flache Abdachung dadurch erhalten wird, welche den Faden des Stroms und die Wirbel und Strudel vom Ufer entfernt. Aber ſagt der Hr. Verf. dieſe beiden Zwecke werden ſelten erreicht. Denn die Senkkörbe werden blindlings ins Waſſer geworfen, und kommen haufenweis und unregelmäßig zu liegen, daß ſie weder einen gleichvertheilten Widerſtand noch einen regelmäßigen Strom geben, ſondern angefochten und ruinirt werden, indeß die jenſeitige Alluvion noch immer zunimmt. Der Hr. Verf. meint alſo man müſſe die Stacken als das weſentlichſte Mittel, welches die Alluvionen zerſtöre, vorziehen um die ganzen Abbrüche zu verhindern, doch könnten die Senkwerke in einzelnen Einriſſen (lunate) derſelben Corroſion wohl behülfliche Dienſte leiſten. — Aber ich geſtehe gern, unſerm Hrn. Verf. in ſeiner Vorliebe der Einbaue nicht ganz beyfallen zu können, und ziehe bey gleichen Koſten ein gutes Revetement der Ufer jedem offenſiven Einbau vor. Zugegeben, daß blindlings geworfne Senkkörbe kein zureichendes Revetement geben, weiß man es denn nicht beſſer zu machen und ſind nicht ungleich mehrere vorzüglichere Manieren zur Bekleidung der Ufer vorhanden? Nach des Hrn. Verf. Meinung kann eine Corroſion nicht gründlich geheilet werden ohne die Alluvion zu zerſtören; wenn man aber die ein Mahl vorhandenen Alluvionen zerſtöret, was

thut man anders als neue verursachen? Wird man denn nicht Stacken gegen Stacken bauen und den Strom in unzählige Unregelmäßigkeiten zwingen müssen? —

Sieben und zwanzigste Lect. Von Durchschnitten oder Rectificationen der Flüsse als dem letzten Mittel gegen Abbruch.

Wenn eine Stromkrümme durch ein oder mehrere Stacken, sagt der Hr. Verf., nicht in Beharrungsstand zu bringen ist, so könne es oft gerathen seyn, die Krümme abzuschneiden. Daß der Durchschnitt gut gelinge, dazu wird erfordert 1) daß der Faden des Stroms gerade in die Mitte des neuen Bettes eintrete; 2) daß derselbe Stromstrich aus dem Durchschnitt wiederum unterhalb in die Mitte des alten Schlauchs treffe; 3) daß die neue Strombahn merklich kürzer, und daher der größere Abfall den Strom anlocke; 4) daß der ganze neue Schlauch gerade sey damit nicht ein neuer Abbruch entstehe; 5) daß man den Grund vorher fleissig sondire, und sich vor Felsen hüte die keine Vertiefung zulassen; 6) daß kein Abbruch oberhalb dem Durchschnitt gelassen werde, der sich bis in den neuen Schlauch fortpflanzen könnte. — Eine bekannte practische Regel, daß der Durchschnitt vom Mittelpunct einer Corrosion zum Mittelpunct der andern in gerader Linie sich erstrecken müssen, ist keinesweges allgemein. — Weil selten alle die gegebene sechs Regeln beobachtet werden können, so gelingen auch selten die Durchschnitte, und der Hr. Verf. ist keinesweges für dieses Mittel gegen Corrosion. Es sey nicht genug, daß der alte Schlauch anschlämme und der Strom durch den neuen fließe; es werde erfordert, daß kein neuer Abbruch entstehe. Der neue Schlauch müsse also dem Strom angemessen seyn. Durch den vermehrten Abfall müsse die Tiefe in dem obern und untern Abschnitt des alten Schlauchs etwas zunehmen. Die abandonnirte Krümme müsse anschlämmen in der Mitte zuerst und dann im obern und

hier-

hiernächst im untern Arm. — Die Abwässerung müsse auch dabey gewinnen. — Wäre der neue Durchschnitt zu bedeichen, so müßte der Schlauch tiefer und weiter genommen werden, um die Erde zum Deiche daraus zu erhalten. Eine große Schwierigkeit pflegten die Quellen zu seyn. Man soll ein Tief längs mitten durch den Schlauch offen erhalten worin das Quellwasser gesammelt und abgeleitet oder ausgeschöpft wird. — Die übliche Breite des Vorlandes am Po sey 30 Ruthen (pertiche) welche ungefähr 255 Fuß Hamb. machen.

Neun und zwanzigste Lect. Von den Durchbrüchen der Flüsse, und wie man ihnen zuvorkomme.

Die Durchbrüche entstehen gewöhnlich durch Ueberlauf des Stroms in der höchsten Anschwellung. Die Wache welche in solchen Zeiten auf den Deichen bestellt wird, müsse an den niedrigsten Stellen eine Aufdämmung veranstalten. Oft könne eine Furche von wenigen Zollen hoch, die mit einem Pflug aufgeworfen wird, vielleicht genügen. — Auch könne der Deich durch heftige Strudel des Stroms abgenagt und weggerissen werden. Wofern alsdann keine Zeit, ihn landwärts mit einer Bank zu verstärken, vorhanden, so müssen große Menge Säcke mit Sand und Erde gefüllt, wie auch feste Rasen, Senkwasen u. d. gl. hinein geworfen, und damit der Durchbruch verhütet werde. — Zuweilen sind auch Durchbrüche entstanden durch Adern, kleine Höhlen von Thieren oder durch Bosheit mit einem Erdbohrer gemacht, oder von verfaultem Holze. So bald man den Durchfluß merkt, soll man im Schiffe herbey eilen, und das Loch stromwärts aufsuchen, mit Werk, Lumpen oder Sacke verstopfen; feine trockne Erde hinabstürzen, welche das Wasser hineinführt. (Vielleicht könnte man Bett-Tücher über das Loch ausbreiten, und mit gespitzten langen Ruthen, oder mit daran gebundenen Gewichten befestigen.) Landwärts kann man Rasen, Thonerde,

Sandsäcke, Mist', Stroh mit Busch, Breter und Pfäle darüber gebrauchen. Wenn die Anschwellung vorüber wird das Loch aufgebrochen und gehörig gefüllt. Hätte man Zeit genug so ließe sich das Loch landwärts mit einem halben Zirkel umdeichen. — Zuweilen entsteht wegen der schlechten Beschaffenheit der Deichserde eine Durchseigerung, welche sich in einzeln Stellen vergrößern und Anlaß zu Durchbruch geben kann. Wenn das durchquellende Wasser klar ist, so ist keine Bedenklichkeit dabey, wird es aber trübe, so ist das ein Zeichen daß sich die Adern erweitern. Alsdann muß man unverzüglich eine Bank längs dem Fuß des Deichs landwärts zur Verstärkung anfahren. — Die Schleußen müssen insonderheit fleissig visitirt und reparirt werden. Entdeckt man zur Zeit der hohen Anschwellung einen Durchfluß zur Seite oder unterhalb, so muß der Schleußen-Canal zeitig zugedämmet werden. — Hohe Bäume die auf der Pläne des Deichs steheu, können durch einen heftigen Wind umgeworfen werden und Brüche verursachen. Man sollte sie mit der Wurzel ausgraben. — Die meisten Durchbrüche werden verursacht dadurch, daß man die Deiche zu steil macht. Der Hr. Verf. führt die Holländischen Deiche als Muster flacher Deiche an. In Zeeland sey der Deich 3 Ruthen hoch und habe 35 Ruthen Basis. (Dieß ist nur eine kurze Strecke Deiches zwischen den Sanddünen, der **Westcappelnsche Deich** genannt.)

Dreyßigste Lect. Von der Art die Durchbrüche wieder herzustellen.

Der Hr. Verf. beschreibt in dieser letzten Lection, wie man durch viele einzurammende Pfäle die Erweiterung des Bruchs verhüten, den Strom mäßigen und hiernächst mit Erde, Senkkörben, Rasen ꝛc. den Deich wieder herstellen könne; ich finde aber seine Methode weder ingeniös noch wohlfeil, und glaube daß sie der Durchdämmung mit Faschinen, welche in Deutschen Büchern genugsam beschrieben, nachstehe.

Nach

Nach der Censur oder Approbation folgt zum Schluß des Buchs die

Acht und zwanzigste Lect. Von zweyen Durchschnitten, die neuerlich bewerkstelliget, der eine oberhalb **Piacenza** der andere oberhalb **Mantua.**

Diese beiden Durchschnitte sind der eine im Jahr 1778 der andere 1782 vorgenommen, in der Absicht den Abbruch des Stroms zu vermeiden. Es sey aber keine andere Regel als die Abkürzung der Strombahn dabey beobachtet, und daher sey auch die eine Operation nicht gelungen und die andere habe den anliegenden Ländereyen großen Abbruch und Schaden zugefügt.

VII. Stück.

L'Idraulica pratica ragionata Tomo Secondo. Guastalla 1786 in Quart 166 Seiten.

Im ersten Theile hat der Hr. Verf. von den Deichen, oder von der Methode, die Ländereyen vor Ueberschwemmung zu schützen, gehandelt; im gegenwärtigen zweyten Theile wird gezeigt, wie verwässerte Ländereyen vom Ueberfluß des Wassers zu befreyen sind.

Erste Lect. Die **erste Regel** der Entwässerung ist, die Gewässer der höhern Gegend abzusondern von dem, was in niedrigen sich versammlet.

Die Wasser der höhern Gegend breiten sich gewöhnlich über die niedrigen Plänen aus, wo sie nur sehr langsam oder gar nicht abfließen, anstatt daß sie mit großer Geschwindigkeit gleich in den Hauptstrom könnten geführt werden. Da alsdann die niedrigen Ländereyen in einen besondern Hauptgraben auch abfließen könnten, so lange bis die Schleuße am recipirenden Strom sich verschließt. Wenn der Schleußencanal und die übrigen Gräben räumlich genug sind, daß sie das Regenwasser auf einige Zeit,

bis der recipirende Strom gefallen und die Schleuße sich wieder öffnet, aufnehmen können, so wird gar keine Ueberschwemmung entstehen. — Es ist noch besser, wenn man nicht nur die Wasser der hohen Gegend ausschließen, sondern auch noch die Abwässerung der mittlern Ländereyen von dem ganz niedrigern absondern kann.

Zweyte Lect. Die entgegengesetzte Maxime ist im **Viadanesischen** beobachtet. Folgen davon.

Dritte Lect. Von dem Hülfsmittel der Viadaneser, nach der wahren Maxime.

Der Hr. Verf. zeigt wie das höhere von den niedrigern leicht abgesondert und in einem besondern Strom dem Hauptfluß zugeführt werden könnte. Der Inhalt dieser und einiger folgenden Lectionen, die nur Localitäten enthalten, kann Deutsche Leser nicht sonderlich interessiren.

Vierte Lect. Die **zweyte Maxime** ist, die Entwässerungsgräben nicht in influirende Ströme, sondern in den Recipienten selbst zu leiten. Das Gegentheil ist auf Commessaggiese geschehen, aber mit dem besten Erfolg abgeändert worden.

Es ist begreiflich, daß jeder Recipient eine niedrigere Oberfläche habe, als der Influent, und jener daher geschickter sey, Wasser von niedrigern Gegenden aufzunehmen. Und darauf gründet sich die gegebene Regel.

Fünfte Lect. Die **dritte Maxime** ist, daß man die Entwässerungsgräben nach dem niedrigsten Punct des Recipienten, der möglich ist, leite.

Diese Regel des Hrn. Verf. leidet eine große Einschränkung. Es kommt dabey alles auf den Abfall des Recipienten an. Wäre derselbe fast ganz horizontal oder hätte doch nur einen sehr geringen Abfall, wie die Ströme nahe am Meer zu haben pflegen, so würde die Regel so heißen müssen: **Man führe die Abwässerungs-Canäle den kürzesten Weg zum Recipienten.** Ist aber der Recipient ein Fluß der einen beträchtlichen Abfall

hat,

hat, so kann es gerathen seyn, die Wasserleitung nicht in dem kürzesten Wege, sondern weiter unterhalb zu führen. Um den vortheilhaftesten Punct der Confluenz zu bestimmen müßte der Abfall des Recipienten bekannt, auch der Ursprung der Wasserleitung und ihr erforderlicher Abfall gegeben seyn.

Der Hr. Verf. erklärt auch irrig den **Abfall** einer geneigten Fläche durch die perpendiculäre Höhe dividirt mit der Basis; es sollte heißen dividirt mit der Länge der Fläche. Nicht die **Tangente** sondern der **Sinus** des Neigungswinkels drückt den Abhang aus. Bey sehr kleinen Abfällen, wie die freyen Ströme zu haben pflegen, sind freylich Tangenten und Sinuße wenig verschieden. Bey Röhren hingegen die oft einen beträchtlichen Abhang haben, ist dieser Unterschied nicht zu verwechseln.

Sechste Lect. Die umgekehrte Maxime im **Sermodesischen.** Schädliche Wirkung und Correction.

Siebente Lect. Die **vierte Maxime** einer guten Abwässerung sey, daß der Ableitungscanal die Größe habe, in 24 Stunden alles Wasser abzuführen, was in derselben Zeit auf die zu entwässernde Fläche regnet oder hervorquillt.

In 24 Stunden kann es etwa 1 Zoll hoch Wasser regnen. Weiß man nun die Größe des Landes worauf der Regen fällt, so kennt man die Quantität des Niederschlages in 24 Stunden welche der Canal abführen soll. Der Hr. Verf. nimmt nun an, daß bereits ein Canal vorhanden, und nur zu untersuchen sey, ob er die erforderliche Capacität habe. So kommt es darauf an zu wissen, wie viel Wasser bey einer gewissen Höhe des Stroms wirklich durch die Schleuße laufe. Man muß also die **mittlere** Geschwindigkeit der abfließenden Section finden, und des Endes die **wirkliche** in verschiedenen Schichten über und neben einander messen. Dazu ist ein Strommesser nöthig, wozu der Hr. Verf. den Quadranten

dranten mit dem Pendel empfiehlt. — Die Schwierigkeiten dabey sind bekannt, und der Hr. Verf. hat hier eine Regel für andere gegeben, deren Ausübung ihm selber offenbar zu schwer zu seyn scheint. Etwas vollständiger und gründlicher haben die Herren **Zendrini** und **Buat** die Größe der Canäle finden gelehrt, die eine gegebene Menge Wasser abführen sollen.

Achte Lect. Ueber die angemessene Höhe der Schleußenschwelle und der Privat-Abzugsgräben.

Die Schwelle muß so liegen, daß die Schleuße sich möglichst spät verschließt, ohne daß fremdes Wasser eintritt und den Raum einnimmt, der für das Regenwasser des Landes bestimmt ist. Die Schwelle müsse also nicht auf das Niveau des niedrigsten Wassers des Recipienten, sondern auf dessen mittlere Höhe liegen, damit während der Anschwellung des Recipienten die Schleuße noch eine Zeitlang fortfahre abzuwässern. — Aber die Schleuße wird ja alle Mahl fortfahren zu laufen, bis das innere Wasser mit den äußern einerley Höhe hat, die Schwelle mag hoch oder niedrig liegen; also kann dieser Umstand nicht dienen, die Lage der Schwelle zu bestimmen. — Die Privat-Gräben müssen höher seyn als die Oberfläche des Hauptcanals, damit das Wasser nicht aus diesem in jene trete, und die Plätze anfülle welche für das Regenwasser bestimmt sind. Aber auch hier richtet sich alles nach dem Unterschied des Niveau's und nicht so sehr nach der Tiefe des Grundes als unser Herr Verf. dafür zu halten scheint. Uebrigens kann man die Gräben gegen Zurückstauung oder Anschwellung aus dem Hauptcanal mit Ventilen oder Klappen versehen.

Neunte Lect. Sechste Maxime über den nöthigen Abhang der öffentlichen Wasserleitung und der Privat-Gräben.

Die Hauptleitung muß so wenig Abhang als möglich haben, damit das entferntere Wasser so gut als das nahe ein-

einfließen könne. (Guglielmini della natura de' Fiume Cap. XI.) Sie kann vollkommen horizontal seyn, und das Wasser darin durch Druck und Abhang an der Oberfläche fließen. — Die Privat-Gräben können so hoch seyn, daß sie ganz trocken laufen mögen, auch einen Abhang des Grundes gegen den Hauptcanal haben. Niedrige Grundstücke müssen auch ihre Gräben mit Deichen und Klappen versehen, um das fremde Wasser abzuhalten.

Zehnte Lect. Von Abzugsgräben deren Ausfluß in solche Recipienten geschieht, die keiner Anschwellung durch Regen unterworfen.

Einige Recipienten haben einen solchen Abfall, den weder die Sturmfluthen des Meers noch die Anschwellung großer Flüsse erreichen, und in welchen die Geschwindigkeit nach Verhältniß des Zuflusses von Regen- und Schneewasser zunimmt. — Ob, wie und in welchen Fällen solches möglich sey, darüber wird kein Beweis angeführt. — In einen solchen Recipienten werden also die Hauptcanäle jederzeit gleich gut oder schlecht aufgenommen, und bedürfen keiner Schleuße. Nur die Hauptleitungscanäle selbst können von vielem Regen anschwellen, welches den niedrigen Grundstücken schaden kann. — Diese Canäle müssen an ihren Ausflüssen so niedrig seyn, daß auch die niedrigsten Ländereyen mit gehörigem Abfall abfließen können. Doch würden es vergebliche Kosten seyn, sie tiefer als das Grundbette des Recipienten auszuwerfen. Ohne Nothwendigkeit soll man nicht tiefer graben als die niedrigste Wasserfläche des Recipienten, weil die größte Tiefe nach des Hrn. Verf. Meinung mit todtem Wasser aus dem Recipienten sich anfüllen würde. Es ist aber gewiß, daß je tiefer die Zugcanäle, je geringer der Widerstand des Grundes und je kleiner kann auch der Abfall seyn, welcher nöthig ist den Widerstand zu überwinden. Und das scheint mir wenigstens eine sichere und merkwürdige Regel: **Je geringer der Abfall**

Abfall eines Entwässerungscanals ist, desto geschickter ist derselbe Canal das Wasser der niedrigen Gegend mir aufzunehmen, wobey denn zur Bestimmung des Abfalls auf die Oberfläche des Recipienten gesehen werden muß. In dieser Rücksicht ist es ohne Zweifel sehr wahr, was Guglielmini (della nat. de Fiume cap. XI. §. 111.) sagt, daß eine Entwässerung schlecht beschaffen seyn könne, wenn gleich Abfall und Geschwindigkeit des Ableitungscanals ansehnlich wäre.

Eilfte Lect. Von dem äußern **Schleußencanal** zwischen der Schleuße und dem Strom.

Zur Zeit da der Strom angeschwollen und die Schleuße verschlossen ist, pflegt der Strom viele trübe Materie in den Canal niederzuschlagen. Diese Anschlämmung nimmt nicht selten dermaßen überhand, daß sie der Abwässerung schadet. — Das Mittel was der Hr. Verf. vorschlägt ist, daß man mitten durch den angeschlämmten Canal einen kleinen Graben etwa halb so breit als die Schleuße und etwas tiefer als der Schleußenboden auswerfen soll. Das Wasser werde in dieser Beengung schneller fließen und seinen Canal selbst so weit als nöthig ausräumen. Wenn dieß nach verschiedenen Anschwellungen wiederhohlt worden, werde der beengte Canal sich selbst erhalten. — Aber eine gute Abwässerung muß unstreitig ein geräumiges Aussentief haben. Ich glaube daher, daß ein besseres Mittel sey, die Schleuße landwärts auch mit Thüren zu versehen und selbige zur Zeit des niedrigen Stroms einige Zeit zuzusetzen, und das Wasser im Lande etwas aufzustauen, so weit es ohne Nachtheil geschehen kann. Hiernächst die Thüren plötzlich zu öffnen, da alsdann das Wasser mit Heftigkeit durchstürzen und das Aussentief reinigen wird.

Zwölfte Lect. Von den Abwässerungen die ins Meer geschehen und **trübe** Flüsse übern Wind haben.

Die

Die Bewegung des Meers als auch der herrschende Wind längs der Italienischen Küste, erstreckt sich von Osten nach Westen, die großen Ströme im ihren Ausflüssen wenden sich daher alle zur Rechten, wo sie die trüben Materien niederschlagen und damit manche kleinere Abwässerungen und Häven verstopfen; die man also jederzeit zur Linken von den großen Strömen, oder wenn es das nicht seyn kann, sie rechter Seits möglichst davon entfernen muß. Wo mehrere Abwässerungen vorhanden, soll man sie nahe vor dem Ausflusse vereinigen, da sie alsdann ihren Schlauch durch den sandigen Meersstrand besser offen erhalten. — Ein anderes Mittel ist, den Ausfluß mit Bollwerken oder Pfalhöfter (palizzata) bis ins freye Meer zu begleiten, da man denn das Höft an der linken Seite etwas länger nehmen soll. Drittens soll man den Ausfluß gegen denjenigen Wind kehren, welcher den Sand am wenigsten häuft oder mit den Wellen weiter führt. — Uebrigens handelt der Herr Verf. in dieser und in der

Dreyzehnten Lect. umständlich davon, wie die Abwässerung von **Ravenna** zu verbessern sey; welches aber ohne Charte nicht verständlich ist.

Vierzehnte Lect. Von Entwässerung des beweglichen Erdreichs oder triftigen Morastes.

Man trifft zuweilen Moräste an, die mit einer dünnen Rinde von Moos, Binsen, Schilf und andern Sumpfpflanzen überwebt sind, daß allenfalls ein Mensch darüber gehen kann. Doch weicht der Grund immer unter den Füßen aus, und man darf nicht lange auf einer Stelle verweilen. Ein solches Erdreich heißt ein **triftiger Moraſt** (**Dobben** in Niedersachsen). Zuweilen haben sie viele Quellen, aus welchen das Wasser bis zur Oberfläche hervor sprudelt und einen Bach formirt; dann heißen sie **Borngründige** Moräste, **Quellreiche.**

Um diese Sümpfe zu entwässern genügt es zuweilen einen Canal oder Graben durchzuziehen, und nach niedrigen

drigen Gegenden zu führen. Wäre aber kein niedriger Recipient vorhanden, so kann man vielleicht den Morast mit Gräben umgeben und durchschneiden, die groß genug sind das Wasser alles zu fassen und das Erdreich auf ungefähr einen Fuß über Wasser trocken zu erhalten. — Durch die höchste und beste Gegend ziehe man einen Hauptcanal, und bringe die ausgeworfne Erde weit vom Ufer. Alle Nebengruben, die zu diesen führen, müssen anfänglich nur klein weder breit noch tief seyn, weil sonst die Ufer einsinken, und der Boden sich empor hebt. Ist die Oberfläche des Sumpfes etwas ausgetrocknet und fest gesunken, so kann man die Gräben breiter und tiefer machen, und mit der ausgeworfnen Erde (die zuweilen nach der ein oder zweyjährigen Auswitterung an der Luft ein guter Dünger wird) das übrige erhöhen. Wollen einige Ufer nicht stehen, so müssen sie eine breite Abflächung bekommen, können auch mit Zaunwerk befaßt werden. Den aufschwimmenden Boden kann man mit Kiesel beschweren. — Die Moose und Wasserpflanzen gehen, wenn das Erdreich verbessert worden, von selbst aus. — Aufgestreuete trockne Asche gibt gute Gräser. — Busch und Staudengewächse müssen nicht geduldet, und Sonne und Wind freyen Durchgang verschaffet werden. Reicht alles dieses nicht zu, den Morast in fruchtbares Getraideland oder Weide zu verwandeln und die Luft zu verbessern, so muß man zu **Schöpfmaschinen** seine Zuflucht nehmen.

Funfzehnte und sechszehnte Lect. Von den Acquirrinen (d. i. von denjenigen Sümpfen, welche durch Verstopfung unterirdischer Wassergänge entstehen).

Die Bergwasser und höhern Landseen veranlassen oft Quellen die über gewisse Erdschichten hinfließen, sich vereinigen und Aushöhlungen, Gewölbe und Grotten veranlassen, welche wenn das überliegende Erdreich nicht fest genug ist, einfallen und sich verstopfen können. Dann

dringen

dringen die Wasser aus der Oberfläche hervor, und weil sie keinen Abzug finden, verwässern sie weit und breit die Oberfläche und veranlassen die **Acquitrinen**, welche von den eigentlichen Sümpfen sich darin unterscheiden, daß diesen es gewöhnlich an allem Abfall fehlt, jene aber über die niedrigsten Gegenden alle Mahl erhaben sind und entwässert werden können. Wie dieses geschehen solle, und wie man durch gemauerte Dämme, die Heerstraßen über diese Acquitrinen sicher stellen und den Ein- und Absturz der Bergschichten verhüten könne, beschreibt der Hr. Verf. in diesen beiden Lect. welches alles aber, wie es mir vorkommt, bey uns niemahls oder doch höchst selten Anwendung finden, auch ohne mehrere Zeichnungen nicht verständlich werden dürfte.

Siebenzehnte Lect. Von Abwässerung der Ländereyen, welche durch Anschwellung der Ströme und des Meers überschwemmt worden.

Die unbedeichten Flüsse treten über, wo ihre Ufer am niedrigsten sind. Sand und Kiesel schlagen sie nieder an den Wegen und andern höhern Gegenständen, die sie antreffen und das abgeklärte Wasser führen sie in die tiefen Gegenden. Wenn der Fluß zurückgetreten und am niedrigsten ist, aber dennoch höher ist als das zurückgelassene Wasser in der niedrigen Gegend, so ist für diese kein anderes Mittel, als das vorhandene Wasser durch Sonne und Wind verdünsten zu lassen, und eine neue Ueberschwemmung durch Erhöhung der Ufer oder Deiche zu verhüten. Fände sich aber ein Punct des Stroms niedriger als das abzuführende Wasser, so genügte es einen Canal dahin zu ziehen und denselben mit einer Schleuße zu versehen. — Von den wesentlichsten Mitteln in der 23ten Lect. — Alle Mahl wird eine Ueberschwemmung nicht so groß und ausgedehnt seyn, wenn die Ufer durchgehends gleiche Höhe und keine niedrige Stellen haben. — Zuweilen wird man durch erhöhte Wege oder durch Was-

ferleitung das Uebel mäßigen oder von der niedrigsten Gegend entfernen können.

Gegen die Ueberschwemmungen des Meers (welche niemahls unmittelbar über die hohen Sandbänke oder Dünen, sondern durch die Ausflüsse der Ströme und Abwässerungscanäle herein dringen) schlägt der Hr. Verf. folgendes vor.

Man ziehe einen oder zwey Hauptcanäle mitten durch das Thal, und daneben genugsame Seitengruben die das Regenwasser fassen können. Ist das Thal zu niedrig, so müssen die Canäle statt der Ufer kleine Deiche, und die Gräben Höhlen mit Klappen bekommen. Diese Canäle führe man in den benachbarten Strom oder Wasserleitung, und versehe die letztere am Ausflusse mit einem Deiche und Schleuße, welche bey der Ebbe sich öffnet und bey der Fluth sich verschließt.

Achtzehnte Lect. Von Austrocknung der meerwässerigen Sümpfe.

Es gibt zuweilen niedrige Gegenden am Meersstrande, hinter den Sanddünen, die vom Meere überschwemmt werden, und nach der Ueberschwemmung nicht trocken laufen, auch außer dem Regen kein süßes Wasser haben und daher keine Viehgräser noch Bäume oder Gesträuche hervor bringen. — Um diese fruchtbar zu machen genügt es das Meerwasser durch flache Seedeiche abzuhalten, worin man auch ein Siel anbringen und dann und wann ein Mahl Salzwasser herein lassen kann, welches, wenn es selten geschieht, die Fruchtbarkeit befördern soll. Man bewässere zuerst die höhern und dann die niedrigen Gegenden, welche des Endes durch kleine Dämme getrennt werden können. — Ueberflüssiger Regen, welchen das niedrige Erdreich, wenn es gleich sandig ist, nicht absorbiren kann, wird gleichfalls durch die Schleuße abfließen. — Es kommt nun noch darauf an, daß man in dürren Zeiten genugsam süßes Wasser für Getraide und Vieh habe.

Hier-

Hierüber ist zu merken, daß solche Grundstücke die nicht über 2 bis $2\frac{1}{2}$ Fuß über die Meersfläche erhaben sind, den Früchten jederzeit genugsame Feuchtigkeit geben. — Die höchsten Gegenden muß man zu Viehweiden benutzen; und wenn man um das Vieh zu tränken kein Wasser herzu leiten kann, so grabe man Kölke, oder runde, tiefe Gruben mit sehr flach abhangenden Ufer, leite von allen Seiten kleine Gräben hinein, durch welche das Regenwasser herein läuft, so hat man Viehtränken. Nahe herum können Bäume gepflanzt werden, welche das Vieh anlocken und ihm Schutz geben. Durch Lattenwerk oder Stacketten muß man die Stelle abschließen, wo das Vieh trinken soll, und nicht gestatten, daß es die ganze Tränke durchtrete und das Wasser verderbe. — Um die junge Saat gegen die kalten Seewinde des Frühjahrs zu beschützen, könnte man Zäune, lebendige Hecken und kleine Deiche dazwischen anlegen.

Neunzehnte Lect. Von Vereinigung der Abwässerungen um durch den gemeinschaftlichen Ausfluß einen **Seehafen** zu erhalten.

Die Gewässer, welche man hiezu gebrauchen will, müssen klar seyn, oder wenn sie trübe sind zuvor abgeklärt werden. Dieses geschieht durch ausgegrabene Kölke oder Bassins, wo man die Canäle durchfließen läßt, und wo sie ihre Geschwindigkeit verlieren und den Schlamm sinken lassen, den man, wenn die Grube damit angefüllt ist, zur Düngung des Ackers gebrauchen kann. Wollte man das Wasser trübe durch den Hafen fließen lassen, so fiele der Schlamm in den Hafen. — Man muß die Mündung so leiten, daß sie nicht von den stürmischen Meereswogen, noch vom Winde mit Sand zugeworfen wird. Mehrere und specielle Vorschriften des Hrn. Verf. beziehen sich bloß auf das Locale am Adriatischen Meere und hauptsächlich auf den Hafen von Ravenna. — Doch ist es noch eine allgemeine Regel, daß der Eingang des Hafens so beschaffen seyn müsse, daß die Schiffe mit dem

auf der Rhede angekommnen Winde auch einlaufen und mit dem Winde welcher der Abreise günstig ist wieder auslaufen können. Uebrigens sind tiefe Stellen des Meers den seichten vorzuziehen.

Zwanzigste Lect. Von den Stackwerken welche der Hafen von **Ravenna** bedürfe.

Ein und zwanzigste Lect. Man sollte den Hafen von **Ravenna** in den Ausfluß des Canals **Marini** verlegen.

Zwey und zwanzigste Lect. Von den Sümpfen und ihren Ursachen.

Die nicht eingedeichten Ströme, welche trübe Materie führen, erhöhen von Zeit zu Zeit ihre Betten. Dadurch werden die Anschwellungen höher und das Wasser tritt aus den Ufern und breitet sich in die Thäler zu beiden Seiten aus, woselbst es, wenn es keinen Ausgang findet, Sümpfe veranlaßt. — Die bedeichten Ströme, wenn sie gleich nicht durch öfteres Austreten Sümpfe unterhalten, erhöhen sie gleichwohl auch mit der Zeit, wozu die Krümmungen, die Beengung durch Brücken, die Wehren, Mühlenstacke (und vielleicht die meisten Einbaue) das ihrige beytragen. Und es entstehen öftere Deichsbrüche oder wenigstens Durchseigerung und Quellen, welche Sümpfe unterhalten können. — Wo ein Mahl Sümpfe oder Seen sind, da werden Abwässerung gewöhnlich dahin geleitet, wodurch sie sich erhöhen und immer weiter ausbreiten wenn ihnen nicht promter Abfluß verschafft wird. — Ströme und Bäche, deren Schläuche sich nicht ins Meer erstrecken, machen Sümpfe. Von der Art sind die Bäche und Flüsse **Teppio, Covara** und **Ninfa**, welche die **pontinischen Sümpfe**, 19 Italiänische Meilen lang und 8 Meilen breit unterhalten.

Drey und zwanzigste Lect. Allgemeiner Grundsatz zur Entwässerung der Sümpfe.

Dieser

Dieser Grundsatz ist, daß man die Ursachen, wodurch die Sümpfe entstanden, aufsuche und wegräume. Um also die Sümpfe in den Plänen neben unbedeichten Flüsse auszutrocknen, müssen dieselben mit Deichen eingeschlossen, und die Abwässerungen mit Schleußen versehen werden. — Die Wehren in solchen Flüssen die Sand und Kies führen veranlassen außerordentliche Erhöhung des Bettes. Man muß also sehr hohe Deiche anlegen oder auch das Land durch Anschwemmung erhöhen; oder, welches oft das beste ist, die Wehre wegnehmen und dem Strom freyen Lauf und Tiefe verschaffen. — Die kleinern Flüsse welche nicht Abfall genug haben, allein ins Meer zu fließen, soll man in die größern leiten, welche weniger Abfall gebrauchen. — Man soll verhüten, daß die Ströme im Ausfluß sich nicht sehr erweitern, und daher die Tiefe und den Abhang des Bettes verlieren. Des Endes kann die Mündung durch zwey Pfalhöfter, die sich bis ins Meer erstrecken, eingeschlossen werden. — Wenn sich die Ströme in mehrere Ausflüsse vertheilen, soll man sie dem Hauptstrom wieder zuführen. — Mit den Pontinischen Sümpfen werde man nicht zum Zwecke kommen, wofern man nicht die Flüsse, welche sie veranlassen, in ein ordentliches Bette vereinige, fest bedeiche und den kürzesten Weg zum Meere führe. Die Abwässerung nach **Terracina** sey zu entlegen. Es sey Zeit sich zu überzeugen, daß die alten Projecte nicht tauglich, das beste davon sey noch die meist ausgeführte Ableitung nach **Rio Martino** gewesen. Es sey unbegreiflich wie man hiervon abgehen und einen ungleich längern Weg wählen könne, der jetzt Sist fluß (von Sixto V.) genannt wird. Hr. **Mari** drückt sich über die Pontinischen Sümpfe, wie über manche andere in seinem Vaterlande ausgeführte Hydraulische Operationen, ziemlich frey aus. Bey einigen scheint der eigne Antheil ihn zu einiger Wärme verleitet zu haben. Was aber diese Sümpfe betrifft, so stimme ich seinem Urtheile gern bey, und halte dafür, daß

der Parteygeist zu vielen Irrthümern und unnützen Kosten möge verleitet haben, widrigen Falls müßte man mit der Bonification dieser Moräste ohne Zweifel weiter gekommen seyn. Die Confluenz der beiden Flüsse **Ninfa** und **Teppio**, wo die Sümpfe ihren Anfang nehmen, und am weitesten vom Meer sind, ist nach einer Zeichnung welche der Raccolta von Ximenes Tom. I. beygefügt ist, ungefähr 12 Römische Meilen vom Meere entfernt. Und bey dieser Confluenz soll die Wasserfläche 60 Römische Palmen über das Meer erhaben seyn; das ist doch in der That ein beträchtlicher Abfall der mehr erwarten läßt als bis jetzt erfolgt ist.

Vier und zwanzigste Lect. Anwendung der vorigen Maxime auf verschiedene Oerter im Herzogthum **Mantua.**

Fünf und zwanzigste Lect. Maxime für Entwässerung der Sümpfe unterhalb Mantua.

Sechs und zwanzigste Lect. Ausführung dieser Maxime.

Diese drey Lect. enthalten Localitäten und Verschiedenheit der Meinungen des Hrn. Verf. und einiger Peritorum.

Sieben und zwanzigste Lect. Vorsicht welche bey der **Entwässerung durch Anschwemmung** zu gebrauchen.

Die bisher vorgetragene Methode heißt **Entwässerung durch Austrocknung.** Man sieht, daß alles darauf ankomme einen Recipienten zu finden der niedrig genug liegt, um die Entwässerungs-Graben dahin einzuleiten. Wenn aber dergleichen Recipient nicht vorhanden, so findet auch die Austrocknung auf diese Art nicht statt; wo alsdann trübe Ströme in der Nähe vorhanden, daselbst kann man die Entwässerung öfters durch Anschwemmung bewerkstelligen. — Vor allen Dingen muß man darauf achten, ob auch Gewässer höherer Gegenden

das

das Thal überziehen, wenn gleich sie sehr wohl in den Strom fließen könnten; dergleichen ungerechte Ueberläufer müssen ausgeschlossen werden. Zweytens muß man auf einen Recipienten für die abgeklärten Wasser denken. Hat man keinen andern, so leite man sie nach einem Punct weiter unterhalb wieder in denselben Fluß, aus welchem sie trübe derivirt sind. Geht das nicht an, so muß man es auf bloße Ausdünstung ankommen lassen, und die warmen Monate hauptsächlich wählen. Wenn das Thal eine gewisse Höhe erreicht, wird man das Wasser einem Recipienten zuführen und die Bonification beschleunigen können. — Wenn es nur auf eine bloße Erhöhung ankäme, so könnte jedes Trübe genügen, wenn aber die erhöhten Grundstücke fruchtbar seyn sollen, so muß man einen solchen Fluß wählen, der keinen Sand und Kiesel sondern Schlammerde führt. Einige Flüsse führen beides, die groben Materien nebst dem Schlamm, bey den höchsten Anschwellungen; den Schlamm allein aber bey der mäßigen Wasserhöhe. — Trübe Wässer wollen einen starken Abhang haben, kann man ihn nicht anders erhalten, so soll man den Derivationscanal höher hinauf im Flusse seinen Ursprung nehmen lassen. Diesen Vorschlag des Hrn. M. kann ich nicht billigen. Der längere Canal wird nicht nur viel kostbarer sondern er erfordert auch einen größern Abhang, und man verliert was man zu gewinnen sucht. Der kürzeste Weg scheint mir alle Mahl der beste. Nur muß man dem Derivationscanal eine geschickte Mündung geben, in welcher das Trübe ohne Verlust seiner Geschwindigkeit eintreten kann. — Die kleinen Anschwellungen sind die häufigsten, und wenn man diese gebrauchen kann, so geht die Bonification am geschwindesten von statten. Hat man aber nicht Abfall genug, so muß man mit den größern Anschwellungen sich begnügen. — Man wird sich der Abwässerungsschleuße oft ohne Nachtheil bedienen können, das Trübe herein zu lassen. Denn diese Schleußen pflegen bey hohen An-

schwellungen doch nicht abzuwässern, sondern geschlossen zu stehen. Diejenigen Theile der Abwässerungscanäle und Gräben, welche man zur Leitung des Trüben nicht gebrauchen kann, werden durch Stauschleußen abgesondert. — Endlich müssen die Derivationscanäle ihre Ausflüsse an den höhern Gegenden des Sumpfs bekommen, damit die Geschwindigkeit nicht plötzlich aufhöre, sondern über den ganzen Sumpf sich erstrecke und den Schlamm gleichförmig verbreite.

Achr und zwanzigste Lect. Von der Aufschlämmung durch unbeschränkte Flüsse (colmate a fiume libero).

Die Aufschlämmung kann auf zweyerley Art geschehen: 1) wenn der ganze Fluß sich nach eignem Vermögen über ein Thal ausbreitet; 2) wenn nur ein Theil des Trüben durch einen regelmäßigen Canal derivirt wird. Erstern Falls wird der Strom zuerst die niedrigste Gegend wählen und sich in derselben in verschiedene Aeste, und weiter als nöthig ist verbreiten, selbige wie Hügel erhöhen und sich selbst einschließen; zwischen den Hügeln und zur Seite der Schläuche werden Thäler und Sümpfe zurück bleiben. Die Bonification wird also ganz unregelmäßig und keine ordentliche Abwässerung des Landes zu erhalten seyn. Um dieses zu verhüten muß man einige Vorsicht gebrauchen. Man muß die zu erhöhende Polder mit Deichen umgeben, damit die Wasser sich nicht unnöthig ausbreiten, sondern einige Fuß höher gehalten werden, folglich mehr Schlamm bringen. Die Erde zu den Deichen kann man vielleicht aus den Leitungsgräben hernehmen. — Nach der Seite, wo man die abgeschlämmten Gewässer hinleiten will, kann der Deich etwas niedriger und breiter seyn; damit bey einer außerordentlichen Anschwellung das Wasser daselbst einen Ueberlaß finde, den Recipienten zueile, und sich nicht über sämmtliche Deiche und die ganze Pläne verbreite. — Ohne Deiche würde die Aufschlämmung nie höher werden als

es der Abfall des Flusses erlaubt; ein bedeichter Sumpf kann aber übermäßig hoch werden, daß die Abwässerungen der Plänen darunter leiden. Darauf muß man also acht haben. Während der Bonification suche man die Abwässerung außerhalb den Deichen unterwärts zu führen. — In einem sehr ausgedehnten Thale, welches in der Mitte bonificirte Ländereyen, zu beiden Seiten aber Sümpfe hätte, muß man mehrere Ströme, wenn selbige vorhanden, gebrauchen, oder auch einen Strom in mehr Aeste vertheilen. — Deichsbrüche, durch welche ein Strom sich zufällig in ein Thal ergießt, sollte man in der Absicht eine Bonification zu bewirken, nie offen lassen. Dergleichen Bonification geräth niemahls. Die nächsten Ländereyen werden mit Kies und Sand beworfen, die folgenden erhalten etwas fruchtbaren Schlamm; die entferntern aber und bey weiten die meisten erhalten nichts wie klares Wasser, welches die Säfte des Landes auflöset und unfruchtbar macht. Nicht selten nehmen Fruchtbäume und Fabriken Schaden; und der Nachtheil des gemeinen Wesens ist alle Mahl größer als der geringe Vortheil einiger Privaten.

Neun und zwanzigste Lect. Von der Aufschlämmung durch einen regelmäßigen Canal (colmate a canale regolato).

Diese Aufschlämmungsmethode ist üblicher. Man muß darauf achten, daß die Schleuße in gutem Stande sey, durch welche man das Trübe herein leiten will; daß keine Bäume, Pfäle ꝛc. was im Strome schwimmt mit hinein gehen könne. Den Canal fasse man mit einem Deich ein. Die Erde werfe man auf aus einem Graben landwärts längs dem Deiche. Dieser Graben wird das Quellwasser aufnehmen und es zu dem abgeschlämmten Wasser führen. — Die Größe des aufzuschlämmenden Polders muß so beschaffen seyn, daß alles Wasser seine Geschwindigkeit darin verliere und klar abfließe. Flösse es noch trübe ab, so wäre der Polder zu klein. Ihn so

groß zu machen als thunlich, um einige Deichskosten zu ersparen, ist keines Weges rathsam, weil die Aufschlämmung sich nicht gleichförmig verbreiten und die äußersten Grenzen nicht erreichen würde. Nach dem ersten Versuch wird man schon urtheilen können, ob der Polder die gehörige Größe habe. — Am weitesten vom Einflusse des Trüben wird der Ueberlaßdeich einige Zolle niedriger als der Einschlußdeich zum Abfluß des abgeschlämmten Wassers gemacht und dessen Grösse nach dem Zuflusse des Trüben bestimmt. Vielleicht läßt sich alles so reguliren, daß Zu- und Abfluß ununterbrochen und die Aufschlämmung continuirlich sey. — Man kann dem Einschlußdeich auf ein Mahl die nöthige Höhe geben, wenn man in einer einzigen Anschwellungszeit die Aufschlämmung zu beschaffen hofft; oder man kann auch nach jeder Anschwellung die Deiche erhöhen und verstärken. Es muß aber der Einschlußdeich so hoch seyn als die Aufschlämmung und diejenige Höhe, welche nöthig ist das Wasser abzuschlämmen. Diese letztere kann nur die Erfahrung geben. Sand braucht weniger Höhe, weniger Verlust der Geschwindigkeit; Thon, Mergel und Modererde erfordern größere Höhe, längere Zeit, weitere Ausdehnung. — Die Grundstücke zunächst am Flusse oder am Flußdeiche haben das Recht der ersten Aufschlämmung. Bey allen übrigen wird von den höhern zu den niedrigsten fortgefahren, da sich alsdann das Trübe besser vertheilen läßt, indem es durch kleinere Gräben aus dem Hauptcanal abgeleitet wird, die allenthalben zugleich übertreten. Diese Gräben pflegen anzuschlämmen. Besser ist es den Hauptcanal möglichst weit fortzusetzen und das Trübe aus diesem unmittelbar über das Terrain zu ergießen allenfalls durch kleine oberflächliche Rinnen. Die Schilf- und Rohrsümpfe müssen mit vielen gesäuberten Rinnen durchschnitten werden, sonst fließt nichts als das klare Wasser hinein, und die trübe Materie präcipitirt sich an den Seiten herum. In den eigentlichen Sümpfen findet man selten gute Deichserde.

erde. Entweder sie ist schlüpfrig und weicht aufgehäuft aus einander, wenn sie nicht ein Jahr' vorher ausgeworfen und der Sonne und dem Frost ausgesetzt gewesen; oder sie ist ein Gemische von Rohrwurzeln und Sumpfpflanzen welche das Wasser durchlassen. Zuweilen kann man den Strom selbst die Erde herbey führen lassen, wenn man die Zeit wahrnimmt, wo das Rohr und Schilf am größten ist und dann das trübe Wasser da hinein fließen läßt, so so wird es bald Erde darin absetzen die man nachher aufwerfen kann. — Die Methode das Trübe durch lange und tiefe Gräben zu leiten, von welchen aus es sich über die Oberfläche des Landes verbreiten muß, tauge nicht, weil das Wasser in diesen Gräben alle Geschwindigkeit verliere und sie anschlämme. Den Schlamm nachher hervor zu heben und zu vertheilen ist Zeitverlust und Kosten. Daher zieht Hr. M. einen Hauptcanal mit vielen lateralen kleinen oberflächlichen Rinnen vor, um die Anschwemmung egal zu machen und von höheren Gegenden nach tieferen fortzusetzen. — Ist Ein Polder bonificirt so schreitet man zum folgenden und kann das Trübe mittelst eines Canals durch die erste Aufschlämmung geführt werden. Ist der folgende, von beiden Seiten gegen der Mitte abhängig, so sind zwey Hauptcanäle nach den höhern Gegenden nöthig. Denjenigen Canal der vorhin das Klare abgeführt, jetzt zu Leitung des Trüben zu gebrauchen, will Hr. M. nicht zugeben, weil das Klare alle Mahl nach der niedrigsten Gegend abfließe, das Trübe aber nach der höhern Gegend zufließen muß. Um das Niveau des Terrains am leichtesten zu erforschen, nehme man die Ueberschwemmungen wahr, fahre dann mit einem Kahn herum und schlage Pickets bis auf die Wasserfläche ein. Versäumt man diese Gelegenheit so muß ordentlich nivellirt werden. — Aufgeschlämmte Moräste pflegen sich zu setzen, und können so niedrig werden, daß man sie zum zweyten Mahle aufschlämmen oder auch Gräben darin aufwerfen muß. Dergleichen Sinken sind auch

die

die Einschlußdämme gewöhnlich unterworfen, die man alsdann erhöhen muß. — Einige Autoren wollen, daß der Eigenthümer nicht zu sehr eile, die Früchte von den bonificirten Grundstücken zu ziehen, sondern der Natur Zeit gebe, die neue Erde zuzubereiten. — Wie man die neuen Grundstücke durch Gräben und Wege eintheilen soll, ist von **Zendrini** (Legge &c. delle Acque correnti Cap. XIII. §. 42.) umständlich gelehrt.

Dreyßigste Lect. Von den nöthigen Sümpfen.

Nicht alle Sümpfe sind Fehler der Natur die man verbessern soll. Viele sind nothwendige Viehtränken in dürren Weiden. Manchen gebirgigen Gegenden wäre dergleichen sehr zu wünschen. Manche Sümpfe werden zum Trieb der Mühlen und Fabriken vortheilhaft benutzt. Manche sind nöthige Recipienten der Regenwasser, von dieser Art sey vielleicht das Harlemmer Meer. Viele Landseen nehmen große Ströme auf, welche darin verdünsten.

Solchem nach habe ich im gegenwärtigen VII und vorhergehenden VI Stück das wesentlichste mitgetheilt was die practische Hydraulik des Hrn. Prof. **Mari**, so weit sie bis jetzt heraus ist, enthält. Man wird gestehen müssen, daß er vielen Fleiß und Nachdenken auf die Practik gewendet, und sein Buch den Titel pratica ragionata wohl verdient habe. Da er die französischen Schriftsteller **Bossut**, **du Buat** ꝛc. hin und wieder fleißig benutzt, so würde er ohne Zweifel das Zutrauen seiner resp. Landsleute und Schüler dadurch noch vermehrt haben, daß er diese Autoren fleißiger allegirt hätte. Mit diesen beiden Stücken hoffe ich das Versprechen, einen Beytrag in Absicht auf **Flußdeiche** aus dem Italiänischen zu liefern (S. Vorrede 1 B. pag. XIII), erfüllt zu haben.

VIII. Stück.

Recherches sur Conſtruction la plus avantageuſe des Digues, ouvrage qui a remporté le prix quadruple propoſé par l'Academie des Sciences Inſcriptions et Belles lettres de Toulouſe pour l'année 1762. Par Mr. l'Abbé *Boſſut*, Profeſſeur Royal de Mathematiques &c. et par Mr. *Viallet*, Sous-inſpecteur des Ponts et chauſſees &c. Paris 1764. groß Quart 60 Seiten.

Da dieſe vortreffliche Abhandlung ſelten (*) geworden, und ins Deutſche, ſo viel mir bekannt, nicht überſetzt iſt, ſo habe es nützlich geachtet, den weſentlichſten Inhalt hier mitzutheilen.

Die Preisfrage beſteht in folgendem Problem:

„Die beſte Lage und Geſtalt eines Deiches zu „beſtimmen, daß er mit dem größten Vortheil „den Kräften des Waſſers widerſtehe; mit Rück„ſicht auf die verſchiedene Arten, wie dasſelbe „ihn zu zerſtören geneigt iſt.„

Die Herren Verf. nehmen das Wort Deich (digue) hier im allgemeinſten Sinn, und verſtehen darunter jedes Obſtaculum welches das Waſſer verhindert ſich auszubreiten; es mag von Erde, Steinen, Holz, Buſch oder von allen zugleich conſtruirt ſeyn.

Erſtes Kap. Von Dämmen vor Weihern, Teichen und Landſeen. (chauſſees d'Etang.)

Die Urſachen welche einen Damm zu zerſtören trachten, ſind 1) das Reiben des Waſſers gegen ſeine äußere Fläche; 2) die Durchſeigerung; 3) der Druck. Den beiden erſtern wird Widerſtand geleiſtet durch die Wahl und Anordnung der Materialien, woraus er conſtruirt

(*) Ich habe ſie durch die gütige Anleihe aus meines würdigen Lehrers des Hrn. Prof. Büſch Bibliothek erhalten.

struirt wird, dem letztern durch die Schwere und Figur des Dammes. — Weil ordentliches Mauerwerk gewöhnlich kostbar fällt, so macht man diese Art Dämme meistens von Erde, und bekleidet sie an der Wasserseite mit einem trocknen Steinlager. Die Erde muß weder morastig und schlammartig noch Sand, sondern thonartig oder gemischt seyn. Die Erde soll in Schichten von ein Fuß dick gelegt, gestampft und geklopft, auch, wenn sie ganz trocken, etwas angefeuchtet werden. — Ist sie nicht zähe genug, die Filtration zu verhüten, so soll man wenigstens eine Schicht Lehmen unmittelbar hinter die Steindossirung bringen, welche längs dem ganzen Damm sich erstreckt. — Wenn der Damm auf einen festen Rasen gelegt werden sollte, müsse dieser vorher aufgelockert oder gepflügt werden. — Die Bekleidung mit trocknen Steinen hat zur Absicht die Erde in ihrer Lage zu erhalten und das Reiben und Abspülen (frotement) zu verhindern. — Es wäre am besten die innere Fläche des steinernen Revetements lothrecht und den ganzen rechtwinkligen Triangel NCF fig. 29 mit Steinen auszusetzen, um aber die Steine zu sparen macht man es mit Absätzen (par redants) fig. 30 oder wohl gar mit einer simplen Böschung fig. 31. Hätte man große und schicklichere Steine, so kann man auch wie fig. 32 setzen, wobey man weniger Schräge nöthig hat. — Ich habe die Figuren in derselben Schräge gezeichnet wie die Herren Verf., und wie sie gegen kleine Gewässer wie Fisch- und Mühlenteiche zureichen mögen, aber keines Weges gegen große Ströme und Meerswogen resistiren können, insonderheit wenn man in Ermangelung von regelmäßigen Bruchsteinen genöthigt ist, dergleichen Revetement von Felssteinen (Saxum) zu machen. Es wird alle Mahl besser seyn die Ströme senkrecht auf die äußere Fläche, wie in den ersten drey Figuren, als horizontal wie fig. 32 oder vertical wie fig. 33 zu setzen. Die Herren Verf. sagen übrigens nichts davon, ob die Gestalt der äußern

Fläche

Fläche des Revetements gerade oder auch gekrümmt seyn könne, nur in der Zeichnung ist die gerade Linie gewählt. In so fern bloß auf Frotement oder Filtration gesehen wird mag die gerade Linie vorzuziehen seyn, weil sie die wenigste Fläche darbietet; hätten aber die Herren Verf. das, was sie Reiben nennen, nicht vielmehr Anspülung der Wellen benennen, auch die Linie in Betracht ziehen sollen, in welcher die einzelnen Steine sich am besten unterstützen und alle gleiche Festigkeit erhalten? Beide diese Rücksichten würden auf krumme Flächen geleitet haben. — Man soll dem Damm oben eine convexe Gestalt geben, damit das Regenwasser ablaufe. —

Um die gehörige Abmessung und Gestalt des Deiches gegen den stillen Druck des Wassers zu bestimmen, werden zwey Hypothesen angenommen.

1) Der Deich kann als ein einziges ganzes Stück angesehen werden, daß das Wasser umzuwälzen sich bestrebt; oder

2) der Deich kann angesehen werden als bestünde er aus vielen horizontalen Schichten, welche das Wasser wegzuschieben trachtet. — Die erste Hypothese findet bey festen Mauern, die zweyte bey Erddämmen einiger Maßen statt. — Der Calcül nach der ersten Hypothese ist folgender. Es sey fig. 34. ESNF das Profil des Deichs. HK die Oberfläche des Wassers. Es sey ferner $HP = x$; $HM = s$; $PM = y$; $HT = a$; $FT = f$; $FE = z$; die eigentliche Schwere des Wassers $= p$; des Damms $= \pi$. so leidet das Element Mm einen senkrechten Druck $= pyds = RM$; dieser wird zerlegt in den verticalen RY und horizontalen $=$

$$QR = pyds \times \frac{QR}{MR} = pyds \times \frac{dy}{ds} = pydy.$$

(Woraus erhellt, daß dieser horizontale Druck gar nicht von der Curve HF, sondern bloß von der Tiefe des Wassers abhängt, so daß Mm und Vm einerley horizontalen

talen Druck leiden.) Dieses Drucks Richtung ist ML und sein Moment den Deich um den Punct E zu wälzen $= pydy \times LE = pydy \times (a - y) = paydy - pyydy$; wovon das Integrale $= \frac{1}{2} payy - \frac{1}{3} py^3$; Und für $y = a$; ist dieß gesammte Moment $= \frac{1}{6} pa^3$. Der verticale Druck RY ist $= pyds \frac{RQ}{RM} = pyds \frac{dx}{ds} = pydx$. Er vermehrt die Schwere und Stabilität des Deichs; seine Richtung ist Mx; sein Moment ist $= pydx$. $Ex = pydx (z - f \boxplus x)$. Dessen Integrale davon abhängt, daß die Curve HF bekannt und x durch y ausgedrückt werden könne. Dieses Moment $= \int pydx (z - f \boxplus x)$ muß zum Moment des Damms $= \pi Z$ (wenn Z das Moment der Fläche ESNF bedeutet) kommen; beider Summe dem horizontalen Moment gleich gesetzt werden; so erhält man die Fundamentalgleichung $\frac{1}{6} pa^3 = \int (z - f \boxplus x) pydx \boxplus \pi Z$.

Um nun den leichtesten und gewöhnlichsten Fall zu nehmen, so setze man daß die Mauer zu beiden Seiten gerade Flächen habe, und SE und NF gerade Linien seyn, ferner sey $NZ = SQ = b$; $EQ = g$; $FZ = r$ so ist $x = \frac{fy}{a}$ (weil $\Delta HPM \backsim \Delta HTF$) folglich

$$\int (z - f \boxplus x) pydx = \int \left(z - f \boxplus \frac{fy}{a}\right) \frac{f}{a} pydy = \frac{fpzyy}{2a} - \frac{ffpyy}{2a} \boxplus \frac{ffpy^3}{3a} \text{ (für } y = a)$$

$\frac{1}{2} pfza - \frac{1}{6} pffa$.

Der $\Delta SEQ = \frac{1}{2} bg$; und sein Moment $= \frac{1}{2} bg \boxplus \frac{2}{3} g$.

Das rect. $SNZQ = b (z - g - r)$; sein Moment $= b (z - g - r) g \boxplus \frac{z - g - r}{2}$.

Der

Der Δ NZT $= \frac{1}{2}$ br; sein Moment $= \frac{1}{2}$ b r $(z - \frac{2}{3} r)$.

Diese drey Momente zusammen sind $= Z = \frac{1}{3}$ bgg $\dotplus \frac{1}{2}$ bzz $-$ brz $- \frac{1}{2}$ bgg $\dotplus \frac{1}{2}$ brr $\dotplus \frac{1}{2}$ brz $- \frac{1}{3}$ brr $= \frac{1}{2}$ bzz $- \frac{1}{2}$ brz $- \frac{1}{6}$ bgg $\dotplus \frac{1}{6}$ brr. Also wird die vorhin gedachte Fundamentalgleichung nun (A) $\frac{1}{6}$ p$a^3 = \frac{1}{2}$ pfza $- \frac{1}{6}$ pffa $\dotplus \frac{1}{2} \pi$ bzz $- \frac{1}{2} \pi$ brz $\dotplus \frac{1}{6} \pi$ brr $- \frac{1}{6} \pi$ bgg. Woraus denn z als die Anlage der Mauer leicht gefunden wird.

Wäre die Mauer nur an der Wasserseite schräge landwärts aber lothrecht so wäre g $=$ o und das letzte Glied fiele weg; wäre sie aber an beiden Seiten lothrecht, so würde auch r $=$ o und f $=$ o und man hätte $\frac{1}{6}$ p$a^3 = \frac{1}{2} \pi$ bzz. Setzt man die eigenthümliche Schwere des Wassers $= 1$, so ist Ziegel- oder Mauerwerk $= 1\frac{3}{4}$. Und soll die Mauer doppelt so stark seyn als das Gleichgewicht erfordert, so hat man $\frac{1}{3} a^3 = \frac{7}{8}$ bzz; und wenn a $=$ b oder das Wasser die Höhe der Mauer erreichen soll; so ist z $= a \sqrt{\frac{8}{21}} = 0,617$ a als die Basis der Mauer, deren Profil- Inhalt $= 0,617$ aa ist. Im Fall aber die Mauer an beiden Seiten taludirt und ihr $\frac{1}{3}$ Höhe zur Anlage gegeben würde hätte man r $=$ g $=$ f $= \frac{1}{3}$ a und $\frac{1}{3} a^3 = \frac{1}{6}$ aaz $- \frac{1}{54} a^3 \dotplus \frac{7}{8}$ azz $- \frac{7}{24}$ aaz $\dotplus \frac{1}{54} a^3 - \frac{1}{54} a^3$. oder $\frac{1}{54} a^3 = \frac{7}{8}$ azz $- \frac{1}{8}$ aaz. oder $\frac{1}{3}\frac{5}{7}\frac{2}{8}$ aa $=$ zz $- \frac{1}{7}$ a z; woraus man wenn zu beiden Seiten $\frac{1}{190}$ aa addirt wird, erhält a $\sqrt{}$ 0,4072 $\dotplus \frac{1}{14}$ a $= \frac{7}{10}$ a beynahe. Und der Inhalt ist $= \frac{1}{3}$ aa $\dotplus (\frac{7}{10} - \frac{2}{3})$ aa $= (0,333 \dotplus 0,0333)$ aa $= 0,366$. aa; welches ungefähr $\frac{3}{5}$ des vorhin gefundenen Profils ist. Woraus also erhellt, daß man durch Abflächung der Mauer ein ansehnliches am Material erspart, oder bey einerley Material an Festigkeit gewinnt. Inzwischen erlaubt das Mauerwerk keine große Schräge ohne beträchtlichen Abfall von Ziegeln, wenn diese nicht etwa ausdrücklich dazu geformt worden, oder auch

die äußere Böschung von behauenen Bruchsteinen aufgeführt wird.

Wir kommen nun zur zweyten Hypothese, nach welcher der Damm aus horizontalen Schichten bestehend angenommen, und verlangt wird, die Wasserseite so zu krümmen, daß alle Schichten gleichen Widerstand leisten. Die Landseite wird vertical und die Basis fest angenommen.

Es sey HFT Fig. 35 das Profil des Deichs; HK die Wasserfläche; HF die zu suchende Curve; NMmn ein unendlich dünner Schnitt, wo der Deich wegen des über HM befindlichen Wassers zu brechen drohet.

Die Kräfte, welche hier in Betracht kommen, sind der horizontale Druck des Wassers, welcher das Stück HNM umzuwälzen strebt; ferner der verticale Druck des Wassers, die Schwere des Deichs und die Cohäsion der beiden Flächen NM; nm welches die drey widerstehenden Kräfte sind.

Das Moment des horizontalen Drucks ist nach dem vorhergehenden $= \frac{1}{6} p y^3$; und des verticalen $= \int p y x dx$.

Das Moment des Stücks HMN ist $= \int \frac{\pi x x dy}{2}$.

Endlich ist die Cohäsion dem Schnitt x proportional, folglich ihr Moment in Rücksicht auf den Punct N $= \frac{1}{2} x x$. (Weil es aber unsicher ist auf die Cohäsion zu rechnen indem einiges Erdreich dergleichen gar nicht hat; in andern aber dieselbe durch Lagen, Adern, feste Rasen und Eindringen des Wassers selbst unterbrochen werden kann; so will ich so wohl der Zuverlässigkeit als Deutlichkeit halben dieß Moment aus der Rechnung weglassen.) Also haben wir (B) $\frac{1}{6} p y^3 = \int p y x dx + \int \frac{1}{2} \pi x x dy$ und wenn differenzirt wird $\frac{1}{2} p y y dy = p y x dx + \frac{1}{2} \pi x x dy$. Es sey $p = n\pi$; und man dividire die Differenzialgleichung mit $\frac{1}{2} \pi$ so erhält man

$$n y y dy = 2 n y x dx + x x dy.$$

Wäre

Wäre $n = 1$ oder $p = \pi$, das Wasser so schwer als Erde; so wäre die Gleichung integrabel, und man hätte

$$\frac{1}{3} y^3 = y x x \text{ oder } x = y \sqrt{\frac{1}{3}} = 0{,}577\, y$$

Woraus erhellet, daß HT eine gerade Linie, und TFH ein rechtwinkliger Triangel sey, dessen Basis $TF = 0{,}577$ HT. Weil jedoch n nicht für 1 kann genommen werden, so multiplicire man, um die allgemeine Auflösung zu erhalten, die Differentialgleichung mit einer solchen Function von y, daß sie integrabel werde, welches geschieht mit $y^{\frac{1}{n}-1}$; alsdann erhält man

$$n y^{\frac{1}{n}} \dot{+} 1 dy = 2n y^{\frac{1}{n}} x dx \dot{+} x x y^{\frac{1}{n}-1} dy$$

und integrirt $\frac{nn}{1 \dot{+} 2n} y^{\frac{1}{n}} \dot{+} 2 = n y^{\frac{1}{n}} x x$; oder

$\frac{n}{1 \dot{+} 2n} y y = x x$ oder $x = y \sqrt{\frac{n}{1 \dot{+} 2n}}$. Die eigenthümliche Schwere von Erde und Wasser verhalten sich 3:2 ungefähr; also ist $n = \frac{2}{3}$. Folglich $x = 0{,}535\,..y$. Im Fall der Deich mit Wasser ganz durchdrungen und die Schwere der Erde dadurch um p vermindert würde, hätte man $\pi : p = 1 : 2$; und $n = 2$; also $x = y \sqrt{\frac{2}{5}}$. Im Fall die Erde gar nicht schwer wäre, oder alle Schwere im Wasser verlöre, hätte man $\pi = 0$ also $n = \infty$ und $x = y \sqrt{\frac{1}{2}}$. Das ist beym ersten Anblick ein auffallendes Paradoxon, daß ein solcher Deich, der gar nicht schwer und nur so viel an der Wasserseite schräge ist, daß die Höhe zur Basis $1 : 0{,}707$ gar nicht umgeworfen wird. Es rührt aber daher, daß in diesem Falle das verticale Moment des Wassers dem horizontalen gleich ist. Es erhellet aber hieraus, wie durch eine sehr mäßige Schräge der Deich gegen das Umwälzen gesichert sey. In der That werden auch fast alle Deiche, die aus Schwäche des Wassers Pression nicht widerstehen können, gleichsam weggeschoben und nie umgeworfen. Uebrigens erinnern die Hrn. Verf. mit Recht, daß man keinen Deich von bloßer Erde in Gestalt eines rechtwink-

ligen Dreyecks machen könne, sondern daß er landwärts eine Dossirung auch einen Kamm von ein Paar Fuß breit wenigstens haben müsse, um Filtration zu verhüten.

Zweytes Kapitel. Von Werken, welche an Strömen zur Befestigung der Ufer erbauet werden.

Man soll, um Werke dieser Art gehörig vorzurichten, sich nicht bloß auf die Stelle beschränken, worüber man consultirt wird, sondern die Ursachen oberhalb im Strome aufsuchen, und so machen, daß Plan und Verbindung im Strombau sey.

Erster Abschnitt. Von den Kayen.

Das Bette des Stromes zu befestigen ist nichts besser als eine Kaye-Mauer von gutem Ziegel-Mauerwerk mit behauenen Steinen revetirt und auf festen Boden oder auf eingeschlagnen Pfälen gegründet. Um dem Stoß des Stroms auszuweichen, muß die Mauer mit dem Stromstrich parallel gezogen werden. Wenn sie aber aus irgend dringenden Ursachen unter einem bestimmten Winkel dagegen hervor tritt, so lehren die Hrn. Verf. den Stoß und die Stärke der Mauer folgender Gestalt zu berechnen.

Es sey CHFD Fig. 36 die Fläche, und HSEF das Profil der Mauer, worauf der Strom nach der Richtung RB unter dem Winkel RBA, mit der Geschwindigkeit = V stößt. Aus R fälle man das Perpendickel RX auf die Fläche; so ist Sin des Einfallswinkel $= \frac{RX}{RB}$; Und der Stoß auf $HF = HF. V^2 \frac{Rx^2}{RB^2}$.

Weil die Fläche der Mauer eine Neigung gegen den Horizont hat, so kann die auf ihr senkrechte Ebene XRB nicht horizontal seyn. Man lege durch RB eine horizontale Ebene ROB; und ziehe RO; so wird der Winkel ROX = HFT. Es ist aber RX = RO.

Sin

Sin ROX = RO Sin HFT. Und $RB = \frac{RO}{\text{Sin RBO}}$.
Also $\frac{RX}{RB}$ = Sin HFT × Sin RBO. Folglich ist
auch der Stoß gegen HF = HF. VV. $(\text{Sin HFT})^2$ $(\text{Sin RBO})^2$.

Es sey nun HT = SQ = a
FT = f; EQ = g; FH = $\sqrt{(aa + ff)}$ = c

Sin tot = 1; Sin HFT = $\frac{a}{c}$ = q; Sin RBO = r; die Basis der Mauer FE = z; endlich bedeuten p und π die Schwere des Wassers und Mauerwerks. Der Ausdruck für den schiefen Stoß wird diesem nach = cVVqqrr. Wäre nun der gerade Stoß einem Wasserprisma gleich, dessen Grundfläche die gestoßene Linie und dessen Höhe die der Geschwindigkeit zugehörig sey, so hätte man $c\frac{VV}{4G}p$ für den geraden; und $\frac{cVVqqrrp}{4G}$ für den schiefen Druck, wo denn G die Fallhöhe in 1 Sec. bezeichnet. Dieser Druck ist in zwey andern Pressungen zu zerlegen, wovon die eine horizontal = $\frac{cVVqqrrp}{4G} \cdot \frac{a}{c}$; die andere vertical $= \frac{cVVqqrrp}{4G} \cdot \frac{f}{c}$. Jene $\frac{aVVqqrrp}{4G}$ oder ihr Moment $\frac{aaVVqqrrp}{8G}$ strebt die Mauer umzuwälzen; diese $\frac{fVVqqrrp}{4G}$ mit dem Moment $\frac{fVVqqrrp}{4G}$ $(z - \frac{1}{2}f)$ sie nieder zu drücken. Zu jenen kommt das Moment des horizontalen Drucks des stillen Wassers $= \frac{1}{6}pa^3$; zu diesen des verticalen $= \frac{1}{2}pfaz - \frac{1}{6}pffa$ und das Moment der Mauer, welches nach der vorhergehenden Gleichung (A) $= \frac{1}{2}\pi bzz - \frac{1}{2}\pi brz - \frac{1}{6}\pi bgg + \frac{1}{6}\pi brr$ (b bedeutet nähmlich hier a,

und r jetzt f;) $= \frac{1}{2}\pi azz - \frac{1}{2}\pi afz - \frac{1}{6}\pi agg$ ✠ $\frac{1}{6}\pi aff$. Demnach ergibt sich wenn man die umwälzende Kraft mit 2 multiplicirt, oder die Mauer doppelt so stark nimmt als das Gleichgewicht erfordert die allgemeine Gleichung (C) $\frac{1}{3} pa^3$ ✠ $\frac{aaVVqqrrp}{4G}$ $= \frac{1}{2} pfza - \frac{1}{6} pfaa$ ✠ $\frac{pfVVqqrr}{4G} \times (z - \frac{1}{2} f)$ ✠ $\frac{1}{2}\pi azz - \frac{1}{2}\pi afz - \frac{1}{6}\pi agg$ ✠ $\frac{1}{6}\pi aff$. Woraus, weil alles übrige bekannt ist, z leicht gefunden wird. Es sey wie vorhin (A) $f = g = \frac{1}{3} a$; $p = 1$; $\pi = 1\frac{3}{4}$; ferner sey $v = 4$; $G = 5'$; $r = \text{Sin } 45°$ oder $rr = \frac{1}{2}$. so erhält man, wenn alle diese Werthe in der Gleichung gesetzt werden $0{,}402'aa$ ✠ $0{,}145a = zz - (0{,}143\,a - 0{,}0457)\,z$; und setzt man z. B. $a = 18$ Fuß, so wird $z = 12{,}8$ Fuß. Vorhin aus der Gleichung (A) war $z = \frac{7}{10} a = 12{,}6$ Fuß gefunden; daß also die Stärke der Mauer durch den Stoß nicht sehr verändert wird. Die Hrn. Verf. haben etwas anders gerechnet und ihr Resultat für eine Mauer die 18 Fuß hoch und an jeder Seite 3 Fuß Auslage zur Dossirung hat, ist aus der Gleichung (A) ein weniges unter, aus der Gleichung (C) ein weniges über 12 Fuß.

Wenn die Mauer an der landwärts gekehrten Seite mit Erde abdossirt ist, wie dieß bey Kayen oder Vorsetz-Mauern der gewöhnlichste Fall ist, so soll man nach Bemerkung der Herren Verf. auch diesen Druck berechnen, und die Mauer dem stärksten Druck, er sey von der Wasser- oder Landseite, gemäß einrichten, und darauf rechnen, daß zuweilen ein Druck etwa den andern compensiren mag. Ich gestehe, daß der Druck einer trocknen zusammen hängenden Erdmasse vielleicht nicht sehr zu fürchten sey; aber desto mehr eine flüssige oder schlüpfrige Erdmasse von Schlamm, Quellsand, feuchter Thon; Baggererde, Morast oder auch ganze Erdmassen die

zwar

zwar in sich Zusammenhang aber mit dem Angrenzenden keine Verbindung haben, sondern durch Bersten, Adern oder Schichten davon getrennt sind. Indessen können doch die flüssigen Erdmassen nicht stärker drücken als Wasser thun würde, das mit ihnen einerley eigenthümliche Schwere hätte. Es können also, um diesen Druck zu berechnen, die bisherigen Formeln dienen, wenn für p nur nicht 1, sondern $1\frac{1}{2}$ gesetzt wird. Beyläufig muß ich hier bemerken, daß es sehr zu loben ist, wenn die Lehrer der Hydrostatik diesen Gegenstand mit vortragen, wie es z. B. mein verehrungswürdiger Lehrer, der Hr. Prof. **Büsch** in seiner Hydrostatik §. 44. und Zusatz gethan. Es ist für **schlüpferiges** Erdreich oder **Schlamm**, ohne Zweifel sehr richtig was daselbst gelehrt wird, daß der **Druck** nicht von der Größe des drückenden Triangels sondern von der Höhe abhängt, und zwar so, daß er dem **Quadrate** der Höhe proportional ist. Wenn aber von dem **Moment** des Drucks eine Mauer umzuwälzen die Rede ist, so ist dasselbe, wie es unsre Verfasser angeben, dem **Cubus** der Höhe proportional. Wenn nähmlich die Höhe = a Fuß, und das Gewicht eines Cubikfußes der drückenden flüssigen Masse = p ℔ so ist der horizontale Druck = $\frac{1}{2}$ a a p ℔; Das Centrum Pressionis liegt auf $\frac{1}{3}$ der Höhe, also das Moment = $\frac{1}{2}$ a a p × $\frac{1}{3}$ a = $\frac{1}{6}$ p a^3 und ist daher dem Würfel von a proportional, die Mauer und der Triangel mögen übrigens für eine Gestalt haben, welche sie wollen. Dieses Moment wird doppelt größer, wenn **festes** Erdreich in Gestalt eines prismatischen Körper gegen die Mauer herab sinkt. Es sey A B Fig. 37 eine Mauer oder Vorsetze, und dahinter der Raum A B C mit Erde gefüllt, die fest verbunden ist, daß sie wie ein Prisma für sich angesehen werden kann, welches mit der Mauer A B und mit dem Ufer B C aber keinen Verband oder Zusammenhang hat, so meine ich müsse der Druck dieses Prisma auf die Mauer folgender Gestalt berechnet werden.

Aus a dem Schwerpunct des Triangels, ziehe man die verticale Linie ac = dem Gewicht des Prisma = P. Man fälle die Perpendikel ab, ad, und ziehe cb parallel mit ad; so stellt ac die mittlere Kraft, vor der ab und bc das Gleichgewicht halten. Es ist bac = 90°; CBA = cba = α; und ab = ac. cot α = P. cot α. Und bc = PCo sec. α. Es sey ferner AB = a, so ist AC = a tang α; und ΔABC = $\frac{1}{2}$ a a tang α. Ist nun die eigentliche Schwere der Erde = π, so ist P = $\frac{1}{2}$ π a a tang α; folglich der Druck auf die Mauer = $\frac{1}{2}$ π a a tang α cot α = $\frac{1}{2}$ π a a; der also eben wie bey den flüssigen Massen gar nicht von der Größe des Winkels ABC abhängt. Das Moment dieses Drucks in Rücksicht auf die Grundlinie, um welche sich die Mauer drehen will, ist aber nun $\frac{1}{2}$ π a a $\times$ $\frac{2}{3}$ a = $\frac{1}{3}$ π a^3 also doppelt größer als bey flüssigen Massen. Was endlich den Druck der **lockern**, oder losen Erde betrifft, so scheint derselbe nach ganz andern Principien als die **feste** oder **schlüpfrige** Erde berechnet werden zu müssen; und die Untersuchung darüber ist hier zu weitläuftig.

Wenn eine Mauer mit Strebe-Pfeilern (contreforts) verstärkt wird, soll man dieselben rectangulär machen, wenn der Druck an beiden Seiten gleich; trapezförmig wenn er an der Wasserseite, und wie ein Schwalbenschwanz, wenn er an der Landseite am größten ist; fig. 38 stellt diese drey verschiedenen Arten, welche sich darauf gründen, daß man den Schwerpunct der Mauer möglichst nach der Seite verlegen muß, wo der Druck herkommt, im horizontalen Durchschnitt vor.

Zweyter Abschnitt. Von Deichen längs den Flüssen gegen die außerordentlichen Ergießungen.

Von diesen Deichen, welche die Herren Verf. Turcies und Levees nennen, wird bemerkt, daß sie an den Flüssen **Allier**, **Cher** und **Loire**, von Erde aufgeworfen, landwärts mit Rasen und stromwärts mit Steinen beklei-

bekleidet werden, welche Steindoſſirung jedoch ſehr viel ſchräger ſeyn müſſe, als ſie bey den Dämmen im erſten Kapitel angeführt worden. — Wenn in die Hauptflüſſe ſich kleinere ergießen, ſo kann man dieſe gegen die Anſchwellung aus dem Hauptſtrom mit Schleußen verſehen.

Dritte Sect. Von Befeſtigung der Ufer mit Buſch (revêtemens en faſcinage).

Dergleichen Bekleidung dient dem Ufer zur Decke und nicht zur Unterſtützung. Die Feſtigkeit beruht nicht auf dem Gewicht ſondern auf der Conſtruction und Flechtwerk, weßhalben ſie dem Calcül nicht unterworfen ſind. — Befeſtigungen der Ufer mit lebendigen Pflanzen und Bäumen werden verworfen. Sie beengen den Strom, und der Nachbar gegen über leidet darunter, oder wenn er ſein Ufer auf ähnliche Art einſchließt, ſo leidet das Publicum und die oberen Stromanwohner. Eine convenable Breite des Fluſſes ſollte geſetzmäßig angenommen, und hiernach alle Ufer abgeflächt und in ſchräger Geſtalt conſervirt werden.

Das dritte Kapitel. Von den Eindämmungen (jettées), die in Flüſſen gemacht werden, den Strom aufzufangen und zu verſtärken, um Mühlen und Fabriken dadurch in Bewegung zu ſetzen. Dieſe Dämme richten gewöhnlich viel Schaden an. Indem ſie den Strom beengen, ſucht derſelbe ſein Bette auf der gegenüber ſtehenden Seite, C, (fig. 39) zu erweitern. Es iſt daher nöthig, dem Ufer Feſtigkeit zu geben, oder auch die Eindammung AB von Zeit zu Zeit zu verlängern. — Die gewöhnlichſte Conſtruction von dergleichen Dämmen iſt, daß zwey Reihen Pfäle eingerammt und verbunden werden, deren Zwiſchenraum mit Steinen und Kies gefüllt wird. Dauerhafter würde ſie ſeyn, wenn längs der einen Seite eine waſſerdichte Spuntwand gemacht würde. —

Weil der Kopf B dem meisten Angriff ausgesetzt ist, so so wird dessen vortheilhafte Figur untersucht.

Es sey (fig. 40) der Kopf einer Eindämmung durch die Achse AD mit dem Strom parallel in zwey gleiche Theile getheilt; so muß bAB eine Curve seyn, welche den mindestmöglichsten Stoß leidet. Wenn MM' und M'M'' zwey Elemente der Curve sind, so müssen sie also einen geringern Stoß leiden, als irgend zwey andere Elemente MV und VM'' zwischen eben diesen Puncten M und M''.

Es ist aber der Stoß senkrecht auf $MM' = VV.MM'^2\left(\frac{M'R}{M'M}\right)^2$ und auf $M'M'' = VVM'M''\left(\frac{R'M''}{MM''}\right)^2$. Dieser ist in zwey andern mit AD paralel und darauf senkrecht zu zerlegen; da denn der leztere durch den Stoß des Stroms von beiden Seiten zernichtet wird und bloß der erstere mit AD parallele in Betracht kommt. Er wird erhalten wenn man die vorigen Ausdrücke mit dem Sin des Einfallswinkels $\frac{M'R}{MM'}$ und $\frac{M''R'}{M'M''}$ noch ein Mahl multiplicirt; das gibt weil VV unveränderlich ist $\frac{M'R^3}{M.M''^2} + \frac{M''R'^3}{M'M''^2} = \text{minimum}$. Man sehe einstweilig MM' und M'M'' als bestimmte kleine Linien an; und es sey $MR = r$; $RM' = s$; $MH = t$; $HM'' = z$. so hat man $\frac{s^3}{rr + ss} + \frac{(z-s)^3}{(z-s)^2 + (t-r)^2} = \text{min}$. Weil nun die Puncte M und M'' als unveränderlich angesehen werden, so sind es auch die Linien welche davon abhängen, nähmlich z, t und s; also ist allein r und der Punct M' veränderlich; wird demnach differenzirt, so erhält man

$$-\frac{2rs^3}{(rr+ss)^2}dr + \left\{\frac{(2t-2r)(z-s)^3}{(z-s)^2+(t-r)^2}\right\}^2 dr = 0$$

und

und $\frac{rs^3}{(rr + ss)^2} = \frac{(t-r)\,(z-s)^3}{[(z-s)^2 + (t-r)^2]^2}$ oder

$\frac{MR.\,RM'^3}{MM'^4} = \frac{M'R'.\,R'M''^3}{M'M''^4}$. Es stellen aber diese kleine Linien die Differenzalien der Abscissen AP, und Ordinaten PM vor, von denen also $\frac{MR.\,RM'^3}{M.\,M'^4}$ eine beständige Verhältniß oder $\frac{dx\,dy^3}{(dx^2 + dy^2)^2} = n$ seyn muß, wenn n eine beständige Zahl bedeutet.

Es sey $dx = z\,dy$; so hat man $\frac{z\,dy^4}{(z^2+1)^2(dy^2)^2} = \frac{z}{(zz+1)^2}$ woraus erhellet, daß auch z eine beständige Zahl ist; sie sey $= m$; so hat man $dx = m\,dy$ und $x = my + A$ eine Gleichung für die gerade Linie. Daß also bAB keine Curve seyn kann, sondern aus zusammengesetzten geraden Linien bestehen muß. Um nun diese zu untersuchen sey (fig. 41) $AD = a$; $DB = c$; $As = DL = u$; so ist der mit AD parallele Stoß dem Ausdruck $\frac{(c-u)^3}{aa + (c-u)^2} + u$ proportional, welcher also ein minimum seyn, differenzirt und $= o$ gesetzt werden muß, so erhält man $u = c - a$. Wird demnach $c = a$ genommen, so wird $u = o$ und bAB wird ein rechtwinkliger Triangel $A = 90°$; b und B ein jeder 45°. Im Fall aber $c > a$ wird die Figur ein Trapez. Für $a > c$ würde u negativ, welcher Fall nicht statt finden kann.

Da nun die geraden Linien in der Ausübung am bequemsten sind, so ist diese Uebereinstimmung zwischen Theorie und Praxis ungemein erfreulich. — Es ist aber zu bemerken, daß die hier vorgetragne Theorie keines Weges der Erscheinung angemessen ist. Es wird dabey

ange-

angenommen, daß alle Stromfaden in parallelen Richtungen auf die Fläche stoßen sollen; und es ist gewiß, daß bey weiten die meisten derselben die Fläche gar nicht erreichen, sondern in krummen Linien ausweichen. Die Erfahrung lehrt auch ferner, daß der hier betrachtete parallele Stoß nicht dem Cubus, sondern eher dem Quadrat des Sin L S B proportional sey. — Es hat daher wohl keinen Zweifel, daß eine genau richtige Theorie nicht eine Curve, und zwar eine solche die stromwärts convex und in B und b, die geraden Linien B M und b N tangirt, geben würde. — Was übrigens von dem Kopf einer jetée gilt, das findet auch Anwendung bey Brückenpfeilern; bey Befestigung der Insel-Spitzen u. d. gl.

Das vierte Kap. Von Wehren oder Ueberlaßdeichen (Reverſoirs).

Die Wehren haben denselben Zweck, den Eindämmungen haben, nähmlich den Strom anzuschwellen. Die Art ihrer Wirkung ist aber verschieden. Jene erstrecken sich quer durch den Strom und derselbe kann nicht anders als darüber hinlaufen, statt dessen die Eindämmungen ihn seitwärts vorbey lassen. — Die beste Stelle zur Wehre ist da, wo der Fluß am breitesten ist, weil er da am wenigsten tief ist. Wenn aber der Fluß überhaupt nicht nur seicht ist, so kann der Bau vielleicht wohlfeiler ausfallen an einer schmalen Stelle. — Es ist besser sie senkrecht auf den Strom als in schiefer Richtung zu bauen. — Wenn der Strom schiffbar ist, so muß in der Mitte der Wehre eine Oeffnung bleiben, wo man die Schiffe durch und sie nachher wieder verschließen läßt. — Der Ueberlaß sollte eine solche Gestalt haben, daß er von dem überlaufenden Wasser in einem Puncte nicht mehr als in dem andern angegriffen, auch das Wasser sehr allmählich in eine horizontale Direction geführet würde. Es kommt demnach darauf an die Curve zu finden, welche ein schwerer Punct zu beschreiben würde, dessen

dessen Bewegung von der Schwere und von dem Reiben abhinge, welches letztere dem Druck und irgend einer Potenz der Geschwindigkeit proportional gesetzt wird. AMN fig. 42 sey die gesuchte Curve, zu welcher PMpm die Ordinaten und OM der Entwicklungshalbmesser zu dem Punct M ist. Ferner sey die Schwere = g; die Masse des Puncts = m; die Geschwindigkeit längs der Elemente Mm = u; AP = x; PM = y; AM = s; OM = R. Wenn nun MR die Schwere des Puncts in M vorstellt, so sey sie zerlegt in zwey andere QM und ME, wovon die eine senkrecht, die andere parallel mit der Curve ist. So ist weil $\Delta QMK \backsim \Delta MRm$

$QM = gm\frac{dy}{ds}$; und $ME = gm\frac{dx}{ds}$. Wie nun auch die Curve beschaffen seyn mag, so ist der in M senkrechte Druck = QM ✠ der Centrifugalkraft =

(I). $gm\frac{dy}{ds} \pm \frac{muu}{R} = C$, eine beständige Größe.

Die Masse m wird nach der Curve beschleuniget von der Kraft ME; sie wird verzögert von dem Reiben, welches man sich, als eine Kraft nach entgegen gesetzter Richtung vorstellen muß. Da dieß Reiben nun ein Product aus dem senkrechten Druck und der Geschwindigkeit ist, so wird durch $\frac{1}{p}C.\ u^n$ ausgedruckt; also ist die beschleunigende Kraft $\frac{gmdx}{ds} - \frac{1}{p}C.\ u^n$. Woraus man nach den gewöhnlichen Grundsätzen erhält $mudu = \left(\frac{gmdx}{ds} - \frac{Cu^n}{p}\right) ds$ = (II) $gmdx - \frac{1}{p}C.\ u^n ds$. Alles kommt nun darauf an, aus diesen beiden Gleichungen die Verhältniß zwischen x und y zu bestimmen.

Aber die Rechnung wird äußerst verwickelt und für die Practik unbrauchbar; daher begnüge ich mich damit

die

die von den Hrn. Verf. angegebene leichte Construction-Methode, einer Curve, die der gesuchten nahe kommt, mitzutheilen. Es sey AB fig. 43 die Höhe des Ueberlaßdeiches, so nehme man AC = $2\frac{1}{2}$ AB und ziehe BC. Aus A werde mit dem Radius AB der Bogen BED beschrieben; die Sehne DC halbirt und in g und C die Perpendikel gH und CH, welche einander in H schneiden, gezogen. Endlich mit CH der Bogen DLC beschrieben, so ist BDLC ungefähr die verlangte Curve.

Wofern man aber dergleichen Wehren nach der gewöhnlichen Gestalt (fig. 45) macht, so soll man wenigstens darauf achten, daß die Parabel ABC, welche von dem überlaufenden Stral beschrieben wird, außerhalb dem Profil falle und nicht die Ecke D treffe.

Das fünfte Kap. Von Stackwerken (*Epis*).

Stackwerke sind Enden von Deichen die vom Ufer ab in den Strom sich erstrecken, und zur Absicht haben, den Lauf desselben zu modificiren, Einrisse anzuschlämmen oder Anwüchse zu zerstören. Diese Stackwerke sind daher keine bleibende Werke, sondern wenn ihr Zweck erfüllt ist, müssen sie weggenommen werden, widrigen Falls werden sie dem gegenseitigen Ufer schädlich. Man macht daher diese Werke so leicht und wohlfeil als möglich, man begnügt sich oft ein altes Schiff einzusenken, oder Flöße und Prahmen auf eine Zeitlang hinzulegen, oder **schwimmende Stacken** (Epis ambulants) zu machen. Diese letztern werden am besten aus einem Packwerk von Busch, der gut verbunden und mit Steinen beschwert wird, gemacht, welches, wenn es seinen Zweck erfüllt hat, durch Wegnahme der Steine von selbst wieder flott wird, oder man kann es auch durch angebrachte Rollen und Scheiben, mit ledigen Tonnen oder Fahrzeugen empor heben. — Wenn aber die Heftigkeit des Stroms, eine große Tiefe, oder andere Ursachen die beweglichen Stackwerke nicht zulassen, so müssen bleibende Stacken (E. dormants) gebauet

gebauet und ihre Stärke nach den Jahren, die man sie nöthig zu haben glaubt, prnportionirt werden. — Sie werden gewöhnlich gemacht, mit einer Reihe Pfäle mit einem Ramm eingeschlagen, und stromwärts mit Bretern oder auch nur mit Flächen oder Flechtwerk von Busch bekleidet. Gegen einen starken Strom kann man zwey parallele Reihen Pfäle einschlagen und den Zwischenraum mit Schanzkörben, Kies, Steingraus und Steinen anfüllen. — Jedes Stackwerk sollte vom Ufer ab, stromwärts einen Abhang haben, widrigen Falls, da dergleichen Einbau an der Spitze eben so hoch als am Ufer wäre, würde es den angeschwollnen Strom zu sehr beengen und unterbrechen und vielen Nachtheil veranlassen. —

Wenn die Geschwindigkeit des Stroms mit der Entfernung zunimmt, so ist es eine nützliche Untersuchung die Curve zu bestimmen, in welcher das Stack allenthalben gleichen Stoß leiden würde.

Es sey AMB (fig. 46) die gesuchte Curve. AP die Abscisse PM, pm zwey Ordinaten die unendlich nahe liegen. Ferner sey $Ap = x$; $PM = y$; $AM = s$; die Geschwindigkeit des Stroms nach der Richtung $KM = Y$.

Es ist der vom Stoße herrührende Druck auf Mm, proportional dem Mm. $YY \frac{(mR)^2}{(Mm)^2} = \frac{YYdy^2}{ds}$. Und weil alle Elemente gleichen Druck leiden sollen, so muß $\frac{YYdy^2}{ds} = Ads$ seyn, wenn A eine beständige Größe bedeutet. Statt ds werde $\sqrt{(dx^2 + dy^2)}$ gesetzt; so hat man $YYdy^2 = Adx^2 + Ady^2$ oder $dx\sqrt{A} = dy.\sqrt{(YY - A)}$ $x\sqrt{A} + C = \int dy.\sqrt{(YY. - A)}$. Wenn man nun Y als eine Function von y auszudrücken weiß, oder das Gesetz kennt, nach welchem die Geschwindigkeit stromwärts anwächst, so wird es leicht seyn, diese Curve zu construiren. Die beiden

beständ-

beständigen Größen A und C hangen davon ab, daß das Integrale so genommen werde, daß für $x = o$ auch $y = o$; und für $x = AO$. $y = OA$ sey. Hierüber ist zu bemerken, daß wenn gleich der von unsern Hrn. Verf. hier betrachtete Fall, daß nähmlich die Geschwindigkeit vom Ufer ab stromwärts zunehme, an regelmäßigen Strömen gewöhnlich und außer Zweifel ist; so wird man doch sehr oft, wenn nicht immer, wahrnehmen, daß an solchen abbrechenden Uferstellen, wo man Stacke zu bauen pflegt, die Geschwindigkeit und Tiefe (denn diese beiden Eigenschaften gehen immer gepaart) des Stroms nahe am Ufer eben so groß und wohl noch größer sey, als in der Mitte. Wäre nun die Geschwindigkeit des Stroms, so weit sich das Stack erstrecken soll, für gleich zu achten, so wird Y eine beständige Größe und die Stacklinie gerade. In den beiden andern Fällen gibt die Gleichung alle Mahl eine krumme Linie; und zwar stromwärts convex wenn die Geschwindigkeit mit der Entfernung vom Ufer zunimmt; und stromwärts concav wenn sie abnimmt. Uebrigens gilt auch hier die Erinnerung, welche im dritten Kap. über die Bestimmung des schiefen Stoßes ist gemacht worden.

Die Herren Verf. sind der Meinung, daß die Direction eines Stacks weiter keinen erheblichen Einfluß auf die Direction des Stroms habe, als daß die Masse und Gestalt des stehenden oder todten Wassers, oberhalb oder unterhalb demselben einiger Maßen davon bestimmt werde. Wie aber diese Gestalt des stehenden Wassers beschaffen sey, darüber findet man hier keine Aufschlüsse.

Methoden die Flüsse abzudämmen; (Kluftdämme zu machen).

Man soll eine oder mehr Reihen Pfäle quer durch den Stromarm einschlagen; Senklagen von Faschinen präpariren, und mit ledigen Tonnen vor die Pfäle hinschwemmen und daneben mit Kiesel und Rasen beschwert

einsen-

einsenken. Man soll diese Operation anfangen, wo die größte Tiefe ist, gegen die Untiefen fortsetzen, und wenn man damit zu einiger Höhe gekommen, Erde oberhalb den Faschinendeich werfen, welche das Wasser hinein führen und sich selbst den Weg verschließen wird. Wenn der Grund aus beweglichem Flußsande bestünde, so müsse derselbe auf zwey bis drey Fuß tief zuvor ausgebaggert, und durch gute Thonerde wieder ersetzt werden, damit der Damm gegen das Unterlaufen gesichert wird.

Das sechste Kap. Von Umdämmungen (Batardeaux).

Provisionelle Deiche, die nur so lange das Wasser abhalten sollen, bis ein anderer Wasserbau z. B. Schleußen, Brückenpfeiler ꝛc. im Trocknen aufgeführt worden, heißen **Umdämmungen**, sie werden gewöhnlich aus Klay- oder Thonerde, weil diese schwerer und zäher als die übrigen Erdarten, gemacht. Wenn die zu haltende Wasserhöhe nur zwey oder drey Fuß tief ist, so kann man die Erde, sich selbst überlassen, hinein werfen; ist aber das Wasser etwas tiefer so wird eine Reihe Pfäle darin herum geschlagen, mit Bretern oder auch mit Flechten von Weidenbusch bekleidet, um die Erde dagegen zu stützen. Meistens werden zwey Reihen Pfäle eingeschlagen, Flechten dazwischen gesetzt, und der Zwischenraum mit guter zäher Erde angefüllt und fest gestampft. Man soll aber vorher den Grund wohl reinigen, nähmlich weichen Schlamm, feinen Sand, oder große Steine heraus werfen, damit die Erde dicht anschließen könne. — Wo mehrere Solidität nöthig ist, werden die Pfäle A A mit Haupthölzern B B und Gürtelhölzern E E eben über das niedrigste Wasser versehen. (fig. 48.) Zur innern Seite der Pilotage werden zwey Bohlenwände, welche bestehen aus eingerammten Spitzen, zwischen Traversen eingefaßt, alles von angemessener Stärke, gezogen und der Zwischenraum mit guter Erde aufgefüllt. — Die Höhe der Umdämmung wird gewöhnlich nach der ordinären An-

schwellung eingerichtet; doch ist die Wichtigkeit des Baues und die Jahrszeit in Betracht zu ziehen.

Das ist der Schluß dieser gelehrten Abhandlung, worin die gründlichste Theorie so wohl als gute practische Kenntnisse unverkennbar sind, und welche letztere auch in vielen deutlichen Zeichnungen hervor leuchten.

Des Zusammenhangs wegen, will ich hier den Inhalt einer ähnlichen von der naturforschenden Gesellschaft in Danzig gekrönten nützlichen Abhandlung mittheilen.

IX. Stück.

Joh. Michael Hube, der Stadt Thorn Secretärs, Abhandlung über die Aufgabe:

„Auf was für eine Art kann ein festerer und stär„kerer Damm als sonsten gebräuchlich gewesen aufgeführt „werden ꝛc.„ in **Danzig** Anno 1766 den 19. März mit dem Fürstl. Jablonowskischen Preise gekrönt.

Die Abhandlung ist Latein und Deutsch neben einander gedruckt, und die Aufgabe lautet vollständig so:

„Auf was für eine Art kann ein stärkerer und festerer „Damm als sonsten gebräuchlich gewesen aufgeführt wer„den, wodurch nicht allein der Gewalt eines reissenden „Stromes und dem in engen und gekrümmten Flußbetten „sich häufenden Eise Widerstand geleistet, sondern auch „mit den geringsten Kosten, so wohl der Anhäufung des „Eises vorgebeugt, als auch die Kraft des Wassers ge„brochen und aufgehoben würde?„

Wer einen neuen Damm ganz oder zum Theil anlegen will, muß zuvor um die Lage desselben bekümmert seyn. Diese Lage oder **Deichslinie** wird zwar gröβten Theils durch die Direction des Stromes bestimmt, aber nicht so, daß man nicht aus vielen möglichen Linien die Wahl der besten anstellen könnte.

Die beste Deichslinie ist diejenige, welche 1) bey gleicher Länge den meisten Raum einschließt; 2) dem

Deich

Deiche eine gleichförmige Stärke gibt, und dem Eise aller Orten gleiche Ableitung gibt.

Beide diese Eigenschaften hat aber, sagt der Herr Verf., die Zirkellinie. Und da die erstere allen Geometern genugsam bekannt sey, so geht er darüber eilig weg. Inzwischen ist es doch gewiß, daß die Zirkelbögen den größten Raum nur nach der hohlen Seite einschließen, wo die ihnen zugehörige Sehne liegt. Die Ufer der Ströme haben aber doppelte Krümmungen **ein-** und **austretende**; da alsdann für eintretende Krümmen die angeführte Eigenschaft nicht statt findet. Herr **Hube** hätte dieß allenfalls bemerklich machen mögen, ohne auch ein Mahl zu befürchten, daß dadurch der Brauchbarkeit seiner guten Vorschläge etwas abgehen könnte. Denn ein jeder Sachkundiger wird gern eingestehen, daß so wohl in ein- als austretenden Krümmen die Zirkellinie wenigstens einem jedem System von geraden Linien mit Ecken oder Winkeln vorzuziehen sey, und zwar hauptsächlich in Rücksicht der gleichförmigen Festigkeit, welche der Zirkelbogen gewährt. Und dieß ist denn die zweyte Eigenschaft einer guten Deichslinie. Daß auch diese dem Zirkel eigen sey, erläutert Hr. H. ungefähr folgender Gestalt. Das Eis oder der Strom wird längs einem krummen Deiche von einer Kraft fortgetrieben, deren Richtung mit der Tangente der Curve alle Mahl parallel ist. Der Deich wird daher zur Ableitung des Eises am geschicktesten seyn, wenn er keine Stellen darbietet, in welchen das Eis stärker wirken könne als in andern, folglich keine Schwächen hat, sondern gleichförmig stark ist. Es sey demnach der Krümmungshalbmesser (Radius curvaturae) $= R$; die angreifende Kraft des Stromes oder Eises $= v$, so wird erfordert, daß $R : v$ eine beständige Verhältniß sey. Da nun, wie die Erfahrung lehrt, v beständig ist, indem die Geschwindigkeit des Stroms und Eises in der ganzen Krümme, so viel man wahrnehmen kann, unveränderlich ist; so muß auch R beständig, folglich die Krümmung ein Zirkelbogen seyn. Sollte ein so

besonderer Fall vorkommen, wo v in einem Theil der Krümmung größer als in dem andern wäre, so müßte auch daselbst R größer genommen und in diesem Falle ein elliptischer Bogen gewählt werden, welches diejenige Linie ist, welche unter allen Curven dem Zirkel am nächsten kommt.

Um nun die Zirkelkrümme zu entwerfen schreibt Hr. H. folgende Methode vor. Es sey (fig. 49) A B C eine ein- oder austretende Stromkrümme; so ziehe man die geraden Linien D E, E F welche mit der Richtung des Stroms in A und C, wo die Krümme sich endiget, parallel ist. Diese können als Tangenten der Deichskrümme angesehen werden. Man nehme daher D D = E F und fälle die Perpendikel D G, F G wo diese sich schneiden ist das Centrum auf welchem mit dem Halbmesser F G die Deichskrümme beschrieben wird.

Nachdem die Deichslinie bestimmt ist, so ist noch das Profil übrig. Dasselbe muß nun so beschaffen seyn, daß es dem Wasser eine gleichförmige Stärke darbietet. Es ist aber nicht so wohl der Strom als die Wellenbewegung welche den Deich beschädiget. Und da diese mit zunehmender Höhe des Wassers größer wird, so muß auch der Deich oberhalb gegen den Kamm zu stärker werden. Es sey nun fig. 50 A B C das Profil und A D B die zu bestimmende Curve des Deichs nach der Wasserseite. Es sey D F eine Tangente der Curve in irgend einem Puncte D. Man fälle auf A C die Perpendikel D E und F H die einander unendlich nahe liegen. Es sey A E = x; D E = y; A D = s. Wenn nun die Kraft womit das Wasser senkrecht auf D F stoßen würde = v gesetzt wird; und diejenige womit es unter dem Winkel F D g = α, schief stößt = P; so ist P = v $\sin \alpha^2 = \frac{v\,dy^2}{ds^2}$. Um nun P oder v näher zu bestimmen muß man wissen, wie die Wellenhöhen von der Tiefe des Wassers vor dem Deiche oder von y abhangen. Hr. H. setzt sie der $\sqrt{y}$ proportional, welches er ohne Zweifel auf Autorität von **Brahms** angenommen; (s.

dessen

dessen Anfangsgründe der Deich und Wasserbaukunst §. 71) die Geschwindigkeit derselben setzt er der Quadratwurzel aus der Höhe, (welches auch **Brahms** §. 33 thut) also $\sqrt{\sqrt{y}} = \sqrt[4]{y}$ proportional. Wenn größere und kleinere Wellen als ähnliche Körper angesehen werden, so verhält sich ihr senkrechtes Profil wie das Quadrat ihrer Höhe oder wie y. (Hier weicht des Hrn. H. Rechnung von **Brahms** seiner ab, und zwar mit Recht; denn dieser setzt die Massen der Wellen nur der simplen Höhe proportional (§. 33. l. c.). Wird nun die Kraft der Welle durch ein Product aus der Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit ausgedrückt, so hat man dieselbe wie $y\sqrt{y}$; (nach **Brahms** aber wie $\sqrt{y}.\sqrt{y} = y$). Endlich zieht Hr. H. noch den Umstand in Betracht, daß höhere Wellen nach Maßgabe des Drucks tiefer eindringen, die Erde erreichen und ihren Zusammenhang trennen; und da dieser Druck oder Eindringen auch der Wellenhöhe oder $\sqrt{y}$ proportional sey, so nimmt er den Wellenschlag wie y^2 an. (Was jedoch das letztere Argument betrifft, so kann man dünkt mich wohl zweifeln, ob nicht das Eindringen und Erweichen des Deichs vom **stillen Druck** des Wassers genugsam herrühren, und unten am Deiche stärker als oben, folglich nicht wie $\sqrt{y}$ sondern $\frac{1}{y}$ sich verhalten könne, alsdann erhielte man den Wellenschlag dem $y\sqrt{y}.\frac{1}{y} = \sqrt{y}$ proportional.) Diesem nach ist V oder die normale Kraft des Wellenschlags y^2 proportional, und $P = \frac{yy\,dy^2}{ds^2}$. Soll nun die Dossirung eine gleichförmige Stärke haben, so muß sie so eingerichtet seyn, daß dieses irgend einer beständigen Größe $= n^2$ sey. Also hat man $nn\,ds^2 = yy\,dy^2$ und weil $ds = dx^2 + dy^2$; so wird die Gleichung $nn\,dx^2 = (yy - nn)\,dy$ oder $ndx = dy\sqrt{(yy - nn)}$. Und nach der Integration findet Hr. H.

$$x = \tfrac{1}{2} y \sqrt{\left(\frac{y^2}{nn} - 1\right)} - \frac{1}{n} l \left[\frac{y}{n} \mp \sqrt{\left(\frac{yy}{nn} - 1\right)}\right]$$

wenn $\frac{nn}{2}$ als der Modul des Logarithmen der Zahl $\frac{y}{n} \mp \sqrt{\left(\frac{yy}{nn} - 1\right)}$ angesehen wird. Für $n > y$ wird für x lauter unmögliche Werthe gefunden. Das rührt daher, sagt Hr. H. das V wie yy ab oder zunimmt; P aber für beständig angenommen wird. Es kann aber V, indem es beständig abnimmt, kleiner als P und $= o$ werden. Und für diese Fälle enthält die Rechnung eine unmögliche Bedingung, diese nähmlich, daß V verschwinden kann und doch größer bleiben soll als P. Weßhalben denn von einer gewissen Grenze an, (nähmlich von $n = y$) die Formel alle Mahl für x unmögliche Werthe geben wird, man mag sie auch einrichten wie man will. Inzwischen sagt Hr. H. sey diese Unbequemlichkeit von keiner Bedeutung, wenn nur n in Vergleichung der ganzen Deichshöhe sehr klein genommen werde. Denn in diesem Falle sind es bloß die kleinen Ordinaten nahe am Deichsfuße zu welchen die Abscissen unmöglich werden. Um nun n am bequemsten zu nehmen wird $\frac{nn}{2}$ dem Modul des Brig. Log. Systems gleichgesetzt. Da alsdann $nn = 0{,}8685889$ und $\frac{1}{nn} = 1{,}15129$

folglich $x = \frac{1}{2} y \sqrt{(yy. 1{,}15129 - 1)} - 1{,}0729 \times l [y. 1{,}0729 \mp \sqrt{(yy. 1{,}15129 - 1)}]$. Setzt man nun in dieser Formel für y nach und nach verschiedene Werthe zum Beyspiel 100; 20; 10; 8; 6; 4; 1; so erhält man die correspondirenden Werthe für $x = 536{,}2$; 212,62; 52; 32,78; 17,8; 7,3; 0,0175. Wovon nach Bemerkung des Hrn. Autors die beiden erstern nebst dem letztern unbrauchbar sind, jene weil sie eine gar zu flache und dieser weil er eine gar zu steile Dossirung gibt. Man ziehe daher auf die gegebene perpendiculäre Deichshöhe AB (fig. 51) die horizontale CB. Man theile AB in 10

gleiche

gleiche Theile und trage von B bis C 52; man ziehe ferner aus den Puncten 8, 6 und 4, Linien parallel mit BC und nehme die correspondirenden Werthe von x nähmlich 7,35; 17,8; 32,78 = ci; cg; CE; die Durchschnittspuncte H, F und D liegen in der gesuchten Curve, und man kann ihrer vermöge der Formel so viel als man will bestimmen. — Aus dem gesagten erhellet, sagt Hr. H., daß diejenigen sehr irren, welche die paraboliſche Figur zu Deichsprofilen vorschlagen, weit eher lasse sich die gemeine triangulâre Figur vertheidigen. Meines Wissens hat dieß Niemand behauptet als der sehr geschickte Deichsbaumeister **Brahms** (§. 33. seiner Deichs und Wasserbaukunst). Er hat auch meiner Meinung nach gar nicht erheblich geirrt, als nur darin, daß er der Parabel eine verkehrte Lage, mit der Scheitel gegen den Kamm statt gegen den Fuß, vorschreibt, welches erstere, daß es irrig ist, schon daraus erhellet, daß die Kraft des Wassers im Gipfel des Deichs wegen der ganz horizontalen Lage der Tangente daselbst als unendlich müsse angesehen werden.

Daß aber ein paraboliſcher Ast, wenn er mit der Scheitel unterwärts gekehrt ist, zur Deichsdessirung nicht zweckwidrig sey, scheint des Hrn. Verf. Formel selbst zu beweisen, welche eine Curve gibt, die von der Parabel gar wenig verschieden ist. Man nehme mit Weglassung aller additiven und subtractiven Glieder dieselbe Formel ganz simpel $x = \frac{1}{2} y \sqrt{yy} = \frac{1}{2} yy$ so hat man $2x = yy$ welches eine Gleichung für die gemeine Parabel ist. Man setze für y nun 10. 8. 6 ꝛc. so erhält man für x, 50; 32; 18; welches von den vorhin gefundenen Werthen 52; 32; 78; 17,8; eben nicht so viel abweicht, daß man gewiß seyn könnte welche von beiden vorzuziehen wäre. — Uebrigens hat Hr. H. wohl darin wenigstens gefehlt, daß er bey seiner Rechnung die **positive** Stärke des Deichs die mit der Schräge zunimmt, nicht in Betracht gezogen, sondern bloß auf die **relative** in Rücksicht des Wellenschlages gerechnet hat.

Hr. H. theilt im Folgenden noch einige nützliche Bemerkungen mit. Man soll schwere und zähe Erde wählen; den Deich mit Rasen bekleiden, welches die sicherste und wohlfeilste Decke ist; nie hochstämmige Bäume, wohl aber Korbweiden zur Abhaltung des Stroms und Eises anpflanzen; vor allen Dingen soll man das Vorland conserviren, welches, wenn die Einrisse nicht sehr tief sind, mit Korbweiden-Pflanzung geschehen mag. Sehr große Tiefen werden gewöhnlich durch Sandbänke verursacht, die man mittelst Flöße, Pflüge oder anderer Maschinen, welche **Leupold** beschreibt, zerstören und so die Ursache des Einrisses heben müsse. Geht das nicht an, so müsse man den Einsturz des steilen Ufers abwarten oder befördern, oder es abflächen; Weiden pflanzen; und durch Einsenken vieler großen Steine eine ordentliche Steinlagerung, als die sicherste und dauerhafteste Befestigung zu erhalten suchen. — Künstliche Ufereinfassungen von Packwerken, Senkkörben ꝛc. empfiehlt Hr. H. nicht, weil sie zu kostbar sind, die Erde dahinter weggespült wird, und das Eis sie beschädiget. Noch weniger ist er für Einbaue, weil diese noch kostbarer; weil sie um Einrisse zu verhüten wenig nutzen öfters mehr schaden; das Eis nicht abweisen, sondern vielmehr anhäufen. — In großen und breiten Flüssen mögen sie wohl zur Lenkung des Stroms einiger Maßen zu gebrauchen stehen; doch sey alle Mahl viele Behutsamkeit nöthig, um nicht große Summen vergeblich aufzuopfern. Wer sich nach der gewöhnlichen Theorie einbilden wollte, mit einem Einbaue einen großen Strom wie einen Lichtstral mit einem Spiegel abweisen zu können, von dem fürchte ich, sagt Hr. H., daß er sich mit Unternehmung eines solchen Baues sehr lächerlich machen würde, insonderheit bey Verständigen, welche wissen, daß zu einer vernünftigen Praxis mehr Theorie gehört, als die Wolfischen Anfangsgründe enthalten. —

Ich gestehe, daß ich diese kleine Abhandlung mit Nutzen und Vergnügen gelesen habe, auch dafür halte, daß sie dem Hrn. Verf. viele Ehre mache, um so mehr

da

da er das Wasserbauwesen nicht eben als Hauptstudium sondern nur beyläufig aus Vergnügen scheint getrieben zu haben.

X. Stück.

Verhandeling over de *Zeedyken* in het allgemeen en die der vyfdeelen in het byzonder. Door A *Ypey*. A. L. M. Phil. et Medic. Doctor, Lector Botan. etc. te Franeker 1777. — 8. 110 Seiten 4 Kupfer.

Die Veranlassung zu dieser Schrift ist folgende Preisfrage:

Welke zyn de beste en minst kostbarste middelen om de Vyfdeels- Dyken van Vriesland tegens de Woede der Zee by groote Stormen te beveiligen?

Opgegeven door eenen Eigen- Erfden in een der Vyfdeelen.

Der Preis von 30 goldenem Ducaten ist dem Hrn. Verf. zuerkannt, der ihn aber (vielleicht wegen einiger dabey vorgefallnen Unannehmlichkeiten) nicht angenommen hat.

Erstes Hauptstück. Ueber die Eigenschaften der Seedeiche im Allgemeinen.

§. 1 – 3. Wird vom stillen Druck des Wassers gehandelt, und gezeigt wie stark ein Deich seyn müsse, um davon nicht umgeworfen zu werden.

§. 4. 5. Von der Kraft des Wassers in Bewegung insonderheit der Wellen.

Hr. R. nimmt nach Hrn. **Bleiswyk** an, daß eine Meerswoge drey Mahl so breit als hoch ungefähr sey; und rechnet nach Hrn. **Silberschlag** (Theorie des Fleuves) daß der Inhalt die Höhe mit der Basis multiplicirt, und der Druck dem Gewichte dieses Inhalts gleich sey, also die Welle 6 Fuß hoch, 19 Fuß Basis; 1 Cubikfuß 64 ℔, gibt das Gewicht derselben auf 1 Fuß lang = 6. 19. 64 = 7296 ℔. Läuft sie gegen einen

senkrechten Deich so bedeckt diese Schicht 6 Quadratfuß; also der Druck auf jeden Quadratfuß = 12 16 ℔. Das wäre so viel, als ob eine Wassersäule von 19 Fuß hoch dagegen druckte; gewiß eine sehr übertriebene Rechnung, die weder wahrscheinlich noch wissenschaftlich begründet ist.

§. 6. 7. Die Kraft der Wellen an geneigter Deichsfläche wird vermindert im quadratischen Verhältnisse des Sinus des Neigungswinkel.

§. 8 – 10. Die Wellen schaden nicht nur im Anlauf durch den Stoß sondern auch im Rücklauf, durch Ausspülen. Ein entblößter Deich kann nicht bestehen. Die gewöhnlichen Bekleidungen sind Mauerwerk; Strohbestickung oder wohl vereinigte Graßsoden. Die erstere ist zu kostbar und hält auf die Länge nicht; die zweyte bedarf einer stetigen Erneuerung. Die Graßsoden sind wohlfeil und unvergänglich, sie verdienen daher den Vorzug, worin ich dem Hrn. Verf. ganz beystimme. Obgleich Hr. R. die Kraft der Wellen so groß annimmt, so meint er dennoch daß eine Dossirung von 1 bis 10 die größten Wellen nähmlich von 8 Fuß hoch, aushalte. Wenn der Vorstrand (das Watt) noch hoch ist, könne die Dossirung steiler seyn. Einer von den Fünftheils-Deichen hat bey hohem Watte, und einem Kistwerk vor dem Fuße, das zwey Fuß über das Meyfeld war, mit der Dossirung von 1 bis 5 die schwersten Stürme ausgehalten. — Die Soden können quadratförmig, 14 Zoll lang und breit, und so dick, daß beym Losstechen die Graswurzeln etwa zur Hälfte durchschnitten werden, also nachdem das Erdreich schwer oder leicht ist 3 bis 5 Zoll dick seyn. Zu dünne, verdorren sie; zu dick, verbinden sie sich nicht mit dem Deich. (Ich glaube nicht, daß die Dicke schädlich seyn könne, vorausgesetzt, daß man treue Arbeiter habe, welche die Fugen und Höhlungen mit lockerer Erde gut ausfüllen, und die Soden tüchtig anklopfen. Nach der Besodung muß überdem mit einer schweren Walze darüber hergefahren werden. Unter

6 Zoll

6 Zoll möchte ich keine Soden zur äußern Dossirung der Seedeiche nehmen, welche irgend einem beträchtlichen Wellenschlag ausgesetzt sind, dem die Soden im ersten Jahre nicht anders als durch ihr Gewicht widerstehen können.) Die Soden mit Pflöcken zu befestigen ist, wie der Hr. Verf. bemerkt, schädlich; besser sey es sie mit Strohbändern zu durchstücken; (welches aber wenn es so dicht geschiehet, daß die Besodung dadurch Festigkeit erhält ohne Zweifel nicht weniger schädlich ist. Daher halte ich es für das sicherste und beste, daß man die Soden möglichst dick und schwer nehme, sie bey guter Jahrszeit setze, damit die Gräser noch vor dem Herbst alle Fugen bedecken. Im folgenden Frühjahr und Sommer lasse man die Besodung mit Vieh beweiden. Eine dicke und schwere Besodung kostet auch nicht erheblich mehr als eine dünne, weil die Sodendicke am Deichs-Profil erspart wird.)

§. 11 – 13. Beschreibung des Pfalwerks vor den Friesländischen Seedeichen. — Hier wäre alles verständlich gewesen wenn der Hr. Verf. die Höhe der ordinären Fluth als einen festen Punct angemerkt und von demselben auf und unterwärts die Massen der übrigen Dinge bestimmt hätte. — Das Pfalwerk besteht aus drey parallelen Reihen Pfäle längs dem Deichsfuß unmittelbar am Watte, welches 4 Fuß tiefer als der Deichsfuß gerechnet wird. Die Pfäle in der mittelsten Reihe sind 24 bis 28 Fuß lang und 10 Fuß über den Deichsfuß erhaben. Die äußere und innere Reihe bestehen aus Pfälen von 12 bis 14 Fuß lang; jene ist in der Höhe des Deichsfußes, diese ungefähr 3 Fuß höher. Ihre Entfernungen von der Mittelreihe sind 1 bis 2 Fuß, welche Kisten genannt und mit Busch, Ziegelgraus und zu oberst mit Feldsteinen gefüllt werden. — Fohren-Holz ist besser als Tannen (greenen) weil das letztere durch Abfaulung des Spints bald eine undichte Wand gibt. — Die Pfäle der mittlern Wand werden zuweilen durch den Wellenschlag über der Erde abgebrochen. Es wird

ange-

angenommen, daß die Wellen den Pfal in allen Puncten über der Erde gleich stark drücken, so verhält sich das Moment des Drucks wie das Quadrat der Höhe des Pfals, über dem unterstützten Punct. Auf eine unbestimmte Höhe = y über den unterstützten Punct sey auf ein Element der Pfalfläche von der Höhe = dy und Breite = 1 der Druck = bdy; so ist dessen Moment = bydy; und dieß ist nicht das vermogen tegen den geheelen pael, wie sich der Hr. Verf. ausdrückt, sondern das Moment des Drucks gegen den ganzen Pfal von der Höhe y ist = $\int$bydy = $\frac{1}{2}$ by^2; wo denn b die Höhe einer Wassersäule vorstellen kann, deren Gewicht dem Drucke der Welle auf die Pfalfläche gleichet; und so hat man, wenn alles in Fußmaß ausgedruckt, und p das Gewicht 1 Cubikfuß ist, den gesammten Druck = pby und sein Moment = $\frac{1}{2}$ pbyy. — Der Hr. Verf. zieht aus seinen Schlüssen keine andere Folge, als daß für höhere Mittelpfäle das Binnen-Kistwerk als Unterstützung müsse erhöht werden. Aber man könnte sich doch auch so helfen, daß für höhere Wände stärkere Pfäle genommen würden. Also hätte die Materie wohl eine vollständigere Untersuchung über die beste Wahl der Mittel verdient.

§. 14 – 19. Die Wellenkabbelung erstreckt sich durch pilotage und Kistwerk und spület den Deichsfuß aus. Also muß die Binnenkiste mit Bohlen dicht verkleidet, oder auch der Deichfuß auf einige Breite aus Steingraus aufgefüllt werden. Wäre die äußere Kiste etwa niedriger als der Deichsfuß, so würde sie zu erhöhen, oder statt derselben lieber eine Steindossirung zu machen seyn. Damit die Pfäle dicht an einander schließen, soll man den dritten oder vierten Pfal umkehren, mit dem Stammende unterwärts einrammen; gutes **Winterholz** nehmen, welches 50 bis 60 Jahre stehen könne, da hingegen das im Sommer gefällte Holz in 8 bis 10 Jahren ganz verfaule. Der Länge nach werden alle drey Pfalreihen mit Gürtelhölzern verbunden,

die

die von vorzüglich gutem Holze genommen und mit gehackten Bolzen angenagelt werden. Das Pfalwerk müsse so hoch als die Scheitel der Wellen und daher 10 Fuß über tägliche Fluth seyn (aber Sturmfluthen sind oft 10 bis 11 Fuß über ordinär nach ebener Wasserfläche gerechnet; also die Wellen alsdann höher) alsdann werden die Wellen ganz gebrochen und nur das aufbrausende Wasser werde vom Winde wie Regen über die Pfäle fortgeschleudert, welches den Deich nicht erheblich beschädigen könne (?). Einige wollen niedriges Pfahlwerk haben, damit die Pfäle nicht leicht brechen; und durch das stärkere Rückprallen der Wellen der Grund nicht so sehr vertieft werde. Gegen das Letztere empfiehlt der Hr. Verf. eine Steindossirung an der äußeren Seite.

§. 20 – 21. Wegen Vergänglichkeit der Pfalwerke haben viele Eingesessene die Steindossirungen vortheilhafter geachtet. Aber sagt der Hr. Verf. das gehe von einzelnen Steinen ohne Einfassung von Holz und Unterfüllung von Graus nicht an. Das erstere vergehe und das letztere werde ausgespült. Ueberdem müßten es alle sehr schwere Steine seyn, sonst werden sie, wie die Erfahrung zeige, bis über den Deich fortgewälzt. Auch seyen die Kosten eines Steindamms ungleich größer und à Ruthe von 12 Fuß lang 1000 Gulden; das Pfalwerk, dessen Dauer er auf 10 Jahre setzt, koste 150 Gulden. Wolle man statt des Steindamms (Steenkapwerk) eine Steindossirung nehmen so werde die auch wenigstens 600 Gulden kosten. Bey allen drey Manieren wird überdem an dem äußern Fuße noch eine Steinstürzung bey den Steinwerken gegen das Unterspülen und bey dem Pfalwerke gegen den Wurmfraß erfordert. — Die Steindossirung sey eine Ruthe perpendiculär hoch, 4 Ruthen breit; so hält 1 Ruthe lang 4 Quadratruthen. Auf jeder Quadratruthe 6 Last à 12 Gulden, macht 72 Gulden Kosten und Arbeitslohn der Steine. Ziegelgraus zur Unterlage à Ruthe 3 Last, rechne ich mit Kosten

sten und Arbeitslohn auf 3 Gulden die Last, also kostete die Quadratruthe 81 Gulden, folglich 4 Quadratruthen 324 Gulden. Wollte man um das Werk vollkommen zuverlässig zu machen, die Steine in encaissemens von Pfählen einschließen, so wären à Quadratruthe 20 Pfähle à 5 St. also 5 Fl. und für 4 Quadratuthen 20 Fl. nöthig. Folglich könnte man für circa 350 Gulden doch eine solide Steindossirung machen die noch zwey Fuß höher als die Pfalwand wäre; es muß also wohl eine ganz andere Art von Steindossirung seyn die der Hr. Verf. hat auf 600 Gulden pr. Ruthe berechnen können. —

§. 22 – 25. Viele Deiche sind zu niedrig und brechen durch, wegen des Ueberlaufs der Wellen, auch landwärts zu steil; sie sollten die Dossirung 1 : 3 oder zum wenigsten 1 : $2\frac{1}{2}$. (Die gezeichneten wirklichen Profile der Fünftheils Seedeiche haben die Dossirung 1 : $1\frac{1}{3}$; und 1 : 2) auch seewärts zu steil. Der Kamm müßte um einer achtfüßigen Welle zu wiederstehen nach Hrn. **Silberschlags** Meinung 12 Fuß breit seyn, doch lasse sich hierüber wohl keine feste Regel geben, und je flächer die Dossirungen desto schmäler könne der Kamm seyn, welches ohne Zweifel sehr richtig ist. Aus einer angeführten Erfahrung urtheilt der Hr. Verf. daß 6 Fuß Breite des Kamms hinreichen, wenn am Fuße des Deiches Pfalwerk vorhanden sey. Der Kamm muß abgerundet und grün seyn.

Zweytes Hauptstück. Erste Abtheilung. Ueber den Zustand der Fünftheils-Deiche und die besten und mindest kostbaren Mitteln, selbige zu verstärken.

§. 1 – 5. Die Ströme, welche durch die Seeengen (Seeprielen Zeegaten) zwischen den Inseln und der Friesländischen Küste in die Südersee fließen, haben sich erweitert und den Strand vertieft. Das feste Land hat nicht mehr den Schutz von den Inseln, und die Südersee nicht mehr die Gestalt welche sie in vorigen Zeiten hatte. Ob die Seeengen mehr Wasser als ehmahls herbeyführen sey zweifelhaft, weil sonst die Höhe der täglichen

Fluthen

Fluthen zunehmen müssen. — Diese Schlußfolge sehe ich nicht ein. Wofern die Süderse sich nach allen Seiten beträchtlich erweitert hat, und die trüben Materien bey den Sturmfluthen aufgerührt und mit den Ebbeströmen ins Nordmeer geführt sind; so läßt die Süderse jetzt eine größere Quantität Wasser zu als ehmahls. Wofern nun die Seepriele sich verhältnißmäßig nicht eben so viel erweitert und vertieft haben, so müssen die Ströme darin jetzt lebhafter als ehmahls fließen und die Fluthhöhe könnte gleichwohl an den Ufern der Süderse niedriger als ehmahls seyn. Da aber diese Seeengen aus purem Sandgrunde bestehen, der keinen reissenden Strom lange aushält, so ist es wohl nicht wahrscheinlich, daß sie je eine Gestalt gehabt oder bekommen, welche einen merklichen Unterschied der Fluthhöhe im Nordmeere und in der Süderse veranlassen könnte, ich setze voraus, daß hier vom **Horizont** der täglichen Fluth und nicht vom **Interval** der Fluth und Ebbe die Rede sey, welches letztere mit der Entfernung vom Nordmeere abnimmt. — Die Höhe der neuesten Sturmfluthen und selbst die Weihnachtsfluth von Anno 1717 sey nicht zu vergleichen mit der Allerheiligen Fluth von 1570. Der Herr Prof. **Apey** (Vater des Verf.) hat die Höhe dieser Fluth nach einer Inscription an der Kirche bestimmt auf 13 Fuß über Hochbinnenwasser (dieß würde verständlich seyn, wenn die Höhe der täglichen Fluth zur Basis, und bekannte Fußmaß genommen wäre). — Inzwischen schließt der Hr. Verf. mit Recht, daß die Deiche nach der höchsten bisher gehabten Fluth müssen regulirt werden; und folgert daraus, daß einige von den Fünftheils Deichen beträchtlich zu erhöhen seyen. — Das Reiten und Fahren auf dem Kamm des Deichs sey nicht erlaubt; weil der Kamm dadurch 1) die Rundung, 2) die Gras-Narbe verliere; 3) sind viele Auf- und Abtritte nöthig, die nicht unterhalten werden und niedrige Stellen geben.

§. 6 – 13. Kosten der Erdarbeit. Ein **Gräber** könne 692 Cubikfuß; ein **Schlichter** am Deiche doppelt

so

so viel im Tage verarbeiten und zu 30 Tritte oder 90 Fuß sey ein **Schieber** nöthig. Die Erde koste an Quadratruthe (173 □′) auf 1 Fuß tief 11 St. der 2te Fuß 5½; und der 3te und letzte 2½ Stüver. Daraus ergeben sich die Kosten der Deichsverstärkung, wenn das Profil bekannt auch die Entfernung der Erde bestimmt ist. — **Ein steiler** Deich ob er gleich mit einem hohen Pfalwerk versehen, habe bey der Sturmfluth vom 21 Nov. 1776 großen Schaden genommen, wo hingegen zwey andere **flache** Deiche deren Pfalwerk gleichwohl niedrig und verfallen war, ganz unbeschädigt geblieben. Der eine hatte die Dossirung 1 : 7. — Das beste Mittel für die Fünftheils Deiche sey, sie 14 Fuß über das Land hoch; 140 Anlage nach außen; 13 Fuß breiten Kamm und 70 Fuß landwärts zu geben. Bey einer solchen Anlage sey kein hohes Pfalwerk nöthig. — Nach den Profilzeichnungen ist das Land etwa 2 Fuß höher als die tägliche Fluth; also wäre der Deich nur 16 Fuß über tägliche Fluth hoch. Das dünkt mich in der That für diesen Ort viel zu niedrig; dahingegen scheint die Kammbreite und binnen Dossirung zu groß angegeben zu seyn. — Aber ein solcher Deich sey dermalen wegen der großen Kosten unausführbar, weil dem gegenwärtigen Deiche eine doppelt größere Basis landeinwärts werde zu geben seyn. Was den Verlust des Landes betreffe, so könne er wohl den Eigenthümer durch die Weidegerechtigkeit auf dem Deiche ersetzt werden; aber das Ganze erfordere günstigere Zeiten; nur einige nothwendige Stellen schlägt der Hr. Verf. jetzt zu verstärken vor. — Im Sturm vom 7. Oct. haben die Dossirungen von 1 : 5 oder 1 : 6 durchgehends Schaden genommen, wo sie nicht durch hohes Pfalwerk beschirmt worden. Die Deiche haben mehr gelitten, deren Pfalwerk weiter abstand, doch rühre dieß vielleicht mehr von der Beschaffenheit der Deichsdossirung als von der Entfernung des Pfalwerks her. — Oeffnungen in den Pfalwerken veranlassen Schaden. —

§. 14.

§. 14. Statt des äußern Kistwerk empfiehlt der Hr. Verf. eine Steindossirung, weil sie bey gleichen Kosten sich breiter erstreckt, und den Grund gegen Ausspülungen besser schützt. Die Steindossirung müsse concav seyn, um dem von unten auf wirkenden Wasser bessern Widerstand zu leisten. — Stürzen denn nicht auch die Wellen über Kopf, und fallen von oben auf die Steine? Erfahrung und Theorie sind für die convexe Linie. — Der Fußstein in der Dossirung müsse am schwersten, im übrigen die Steine von unten nach oben immer größer seyn. — Diese Vorschrift paßt zu geraden und noch mehr zu concaven Dossirungslinien; bey der convexen können alle Steine gleich groß seyn. — Die Setzsteine müssen nicht rund und glatt, sondern eckig und platt seyn; nicht auf bloßen Sand und Stroh, Rohr oder Busch gestürzt werden. In der Tiefe sey die Gestalt ziemlich gleichgültig, weil die Wellen nicht über 3 oder 4 Fuß unter die stille Wasserfläche sich erstrecken.

§. 15 – 19. Wie vortrefflich auch Deich, Pfalwerk und Steindossirung gemacht sey, so könne es dennoch auf die Länge nicht bestehen, wenn nicht die Erniedrigung des Strandes durch die Meersströme verhütet werde. Der Gang der Ebbe- und Fluthströme durch die See-Engen bey **Texel**, **Vlie**- und **Ameland** längs dem Frießländischen Strande wird beschrieben und Stackwerke (Haeden, Duikelhoofden) vor den Fünftheils-Deichen dagegen proportionirt, entworfen und beschrieben; worin ich weder zuverlässige Grundsätze noch allgemeine bestimmte Regeln finde, und sie daher übergehe.

Zweyte Abtheilung. **Ueber die besten Mittel die** Fünftheils-Deiche in schweren Sturmfluthen gegen Durchbruch zu bewahren.

§. 1 – 7. Menschen und Materialien müssen vorräthig seyn. Die unmittelbar am Deiche wohnen leisten die prompteste und kräftigste Hülfe. Daher sey es vielleicht rathsam Arbeitsleuten kleine Wohnungen am Binnen-

Deiche mit der Freyheit zu gestatten, so viel Schafe als sie können unentgeltlich am Deiche zu weiden. Diese müssen dagegen verpflichtet seyn, bey hohen Sturmfluthen alle $\frac{1}{2}$ Stunden auf dem Deiche umzugehen; und bey ansichtiger Gefahr ins nächste Kirchdorf durch Glockengeläute die geschwinde Herzueilung des Richters, der Deichs-Officianten und Einwohner, mit den Segeln die in ihren Kirchen aufbewahrt werden, ankündigen. Die Materialien welche vorräthig müssen gehalten werden, seyn Faschinen, Stroh, Säcke mit Steinengraus, kleine Steine und Erde zu füllen; schwere Steine mit Ringen; kleine Anker und große Segel, die vom Kamm zum Fuß des Deichs reichen. Ein ausgespültes Loch zu dämmen sey die gewöhnliche Methode zuerst mit Stroh es zu füllen und dann mit Steinsäcken. Hierüber wird ein Segel gelegt mit angebundenen Steinen und eingeschlagenen Pfälen nach allen Seiten befestiget oben mit Steinsäcken beschwert. Aber die angebundenen Ringsteine geben nicht genugsame Befestigung für das Segel. Auch können dergleichen Ausfüllungen nicht anders als bey stillem Wetter oder niedrigem Wasser geschehen. Bey voller Fluth müsse man allein auf die Segel vertrauen und dieselben unter Wasser bis zum Fuß des Deichs bringen können. Des Endes empfiehlt der Hr. Verf. zwey Drachen von 20 bis 50 Pfund schwer jeder mit einem Ringe versehen, durch welche Taue gesteckt werden, die mit einem Ende an den Ecken des Segels befestiget, und das andere auf den Deiche gehalten wird. Zwey Personen die schwimmen können sollen diese Drachen bis über den Fuß des Deichs bringen, und daselbst fallen lassen. Alsdann werden die Taue am Deiche angezogen, das auf einen Sparren gerollte Segel abgewickelt, und so weit als nöthig über das Loch hinunter gehohlt, und mit Steinsäcken beworfen. Wenn das Wasser niedriger geworden, müsse es von 10 zu 10 Fuß mit dergleichen Drachen von 10 bis 20 Pfund schwer befestiget werden. — Daß diese Drachen den steinernen Gewichten vorzuziehen seyn, hat, dünkt mich,

keinen

keinen Zweifel. Aber ich sehe nicht wie es möglich sey, daß ein Mensch, er mag übrigens ein guter natürlicher Schwimmer oder auch nach der Anmerkung des Hrn. Verf. mit einem Scaphander von Kork versehen seyn, gegen schwere Wellen und Sturmwind nur eine 50 Fuß werde fortkommen können; sollte er nicht ohne Unterlaß wieder gegen den Deich zurück geworfen werden? — Beginne ein Durchbruch durch Ueberstürzung im Rücken des Deichs, so sey das Segel bequemer zu appliciren, es wäre dann die Ueberstürzung so continuirlich und hoch, daß kein Mensch verkehren könne. — Das Stroh zur Füllung der Kölke könne vielleicht mit Busch zusammen gebunden und durch angehängte, geringte Steine zum Sinken gebracht werden. — Vielleicht sey es nützlich hölzerne Kasten vorräthig zu halten von 6 bis 12 Fuß lang 2 Fuß breit und hoch, aus Bretern zusammen geschlagen, mit gespitzten Beinen versehen, daß man sie in die Erde drücken; und an den Enden so beschaffen, daß man mehrere derselben geschwind an einander befestigen könne. Diese würden mit Steinen gefüllt den Ueberlauf an niedrigen Stellen verhindern. Am **Workumer** Deich sey 1775 den 15. Nov. ein Durchbruch verhüret durch einen zufällig angetriebenen Pram, den man mit Steinen gefüllt in das Loch gesenkt. — Wenn es möglich wäre Oehl auf einige Entfernung vom Deich ins Wasser zu stürzen, so würde das die Wellen brechen und das Wasser in ebene Oberfläche verwandeln. Aber es werde nicht möglich seyn durch Spritzen oder Flaschen es gegen den Wind anzubringen, wofern nicht etwa Menschen in Scapha der gekleidet das Oehl transportiren könnten. — Es müssen Magazine am Deiche nebst den nöthigen Materialien vorhanden seyn, damit man zur Zeit der Gefahr nicht erst alles zusammenhohlen dürfe.

Der Hr. Verf. schließt mit einem Paar Bemerkungen über die Herstellung wirklicher Durchbrüche, und verweiset dieserwegen auf Hrn. van Bleiswyk Dissert. de aggeribus. p. 58 und auf das Tweede vervolg der

aenmerkingen op de verbetering en ontlaſting van Rhynlands boezemwater in het Ye. pag. 22 en volg.

XI. Stück.

Verhandeling over de Vyfdeels-Dyken van Vriesland, door Karl Geroge, Graaf *van Waſſenaar Twickel* Grietmann over Franek &c. thans Dykgraaf der Vyſdeels-Dyken. Franeker 1778. 8. 47 Seiten.

Auch dieſes iſt eine Preisſchrift über die im vorigen Stücke gedachte Frage, und als die beſte nächſt jener beurtheilt.

Zwey Jahre nach einander (vermuthlich 1775 den 15. Nov. und 1776 den 21. Nov.) habe man nun ſo hohe Fluthen gehabt als ſich je Menſchen erinnern. Man ſchreibe ſie zum Theil dem Auflauf des Waſſers in der Nordſee zu, welche durch Südweſtwinde herbey geführt und bey NW durch den Canal nicht ſo geſchwind zurück könne. Zum Theil wolle man ſie auch aus Erweiterung der See-Engen oder See-Tiefen zwiſchen **Ameland** und **Schelling** ꝛc. herleiten. In ſo fern dieß letztere gegründet ſey würde das Intereſſe ſämtlicher Provinzen die an die Süderſee grenzen, Holland, Utrecht, Gelderland und Overyßel, es erfordern, ſich der Sache mit anzunehmen, und die Erweiterung der Seetiefe zu verhindern, welches wahrſcheinlich durch lange Höfter von Faſchinen und Steinen geſchehen könne, nach dem Beyſpiele am **Helder** und **Rykdünen.**

So gewiß es ſey, daß man die dermahligen Pfalwerke an den Fünftheils-Deichen um die Abhaltung des Wellenſchlags nicht entbehren wolle; ſo gewiß ſey es auch, daß ſie ſtetige Erneuerung und ſchwere Contributionen erfordern, ohne doch vollkommen Sicherheit und Haltbarkeit des Deichs zu gewähren. Es ſey Erfahrung, daß einige Hundert abgebrochene oder triftig gewordene Pfäle ſelbſt beynahe einen Deichsbruch in den Fünftheils-

Deichen

Deichen veranlaßt, gleichwie derselbe wirklich am Workumer Deich durch continuirliches Anstoßen der triftigen Pfäle erfolgt.

Das sicherste und vollkommenste Mittel bestehe in einer guten Lage, angemessenen Höhe und genugsamen Widerstand leistenden Kraft der Erdwerke oder eigentlichen Deiche. Der Hr. Verf. führt hierauf alle schwache oder niedrige Stellen mit Vorschlägen und Kosten ihrer Verbesserung an. — Es sey nützlich die Deiche zum Abweiden des Viehes zu verpachten, und Wege, Schlippen und Fußsteige alle grün zu erhalten. — Um den grünen Deich vor Schaden zu bewahren, müsse das Pfalwerk so hoch als der Deich weniger etwa 3 Fuß seyn. — Gegen die Erniedrigung des Strandes seyen die Pfalhöfter oder Stackwerke sehr nützlich, aber der Wurm thue entsetzlichen Schaden daran. Ueberdem sey ihre Lage, ihre Länge, ihre Höhe ꝛc. schwerlich zu bestimmen. Die Erfahrung lehre, daß der Wurm nur in demjenigen Holze, was beständig unter Wasser sey sich aufhalte, und nicht in dem, was bey der Ebbe trocken laufe. — Die Verschiedenheit der Raisonnements über die Lage der Höfter; und die nicht mindere Verschiedenheit der Effecte wirklich ausgeführter Höfter vermehre die Mühe feste Regeln hierüber zu geben. Nach dem Rathe eines erfahrnen Freundes (Hrn. Dr. **Schmidt**) hält der Hr. Graf Stacken von 8 Ruthen lang und 30 Ruthen Entfernung in einer nördlichen Richtung (also auf den Fluthstrom) dem Locale angemessen. In einer nachher hinzugefügten Anmerkung werden die Stacken bemerklich gemacht, welche nach des Hrn. Verf. Anweisung gebauet sind und Anwachs verursacht haben.

Die Nothwendigkeit und Nutzen der proportionirten Erdarbeiten wird noch weiter vorgestellt, und angezeigt, wie die Kostensumme von 194650 Gulden von der Commüne negocirt und die Arbeit auf mehrere Jahre könne vertheilt werden.

Endlich wird in Absicht auf schleunige Hülfsmittel zur Zeit der Noth bemerkt, daß der gute Succeß von der Gefaßtheit, Erfahrung und Kenntnissen des Deichsgrefen, Deichsgerichte und ihrer Aufseher abhange, welche ohne Verzug unerschrocken das Werk angreifen, selbst vorangehen und Anweisung und Befehle geben müssen. Man müsse die Segel mit Tauen und Wurfanker versehen herbey führen, Säcke herbey schaffen um sie mit Steinen zu füllen; einen Haufen Stroh zur Hand haben; Holzwerk zu Kistdämmen herzu führen; eine gute Ordnung der Mannschaft und Vertheilung derselben auf gehörige Distanzen. In wie fern eine Oehlstürzung einigen Nutzen haben könne hat der Hr. Verf. noch zur Zeit nicht entschieden; er habe es versuchen wollen, sey aber damit nicht reussirt, weil man das Oehl nicht habe über das Pfalwerk bringen können. — (In Rücksicht der genannten Materialien ist ohne Zweifel des Hrn. Xpey Vorschlag vernünftig, daß man solche im Deichs-Magazine vorräthig halten müsse. Man kommt immer zu spät wenn in solchen betrübten Augenblicken dergleichen erst soll herbey gehohlt werden.)

XII. Stück.

Een drietal prys Verhandelingen over de Vraage: Welke zyn de beste, zekerste, en minstkostbaare middelen, om daar afleiding der Stroom de oude of Buitendyk der Zuriger Oord tegens de woede der Zee te beveiligen, en de aanflyking of aanwinst van Strand aldaar te bevorderen. En welke Gevolgen staan'er gebooren te worden in dien de Zuriger Oord werd geabandonneerd?

Door de Heeren Volmagten der Vyfdeelen Zeedyken Buiten-Dyk in Vriesland d. 30. Jul. 1787 voorgesteld. Franeker 1790. 8. 82 Seiten 7 Kupfer.

Den **Preis** von 80 goldenen Ducaten haben erhalten, die Herren **Jacobi**, Stadsbaumeister zu Harlingen

und

gen und **Miedema**, Strandmeister der Fünftheile Seedeiche, als Verfasser der folgenden ersten Abhandlung.

Das Accessit und eine Prämie von 50 Ducaten hat erhalten der Hr. Prof. **A. Xpey**, Verfasser der zweyten Abhandlung.

Ein gleiches Accessit und Prämie von 50 Duc. hat Hr. **Tieboel**, Secretär der Stadt Worcum, Verf. der dritten Preisschrift, erhalten.

Der Züricher Ort ist eine austretende Deichsecke in den Fünftheils-Deichen. (Man kann sich allenfalls von der Lage dieser Deiche aus einer Specialcharte von Friesland, entworfen von **F. L. Güssefeldt**, Nürnberg 1786, einen Begriff machen.) Diese spitze Ecke hat von jeher Schaden genommen, und ist daher mit Pfalwerk versehen, in welchem 1730 und 31 der Wurmfraß verspürt worden. Damahls ist das Pfalwerk unhaltbar geworden, und nun hat man sich diesem austretenden Deich nicht mehr anvertrauet, sondern 1734 sie mit einem dahinter gelegten Schlafdeich abgeschlossen. Die beiden Schenkel der austretenden Ecke betragen etwas über 300 Ruthen, und der untergezogne Schlafdeich etwas über 200 Ruthen, und hat neu gekostet 69225 Gulden. Obgleich nun dieses ein zuverlässiger Deich war, so hat man dennoch gezweifelt ob der alte Deich ohne Gefahr könne abandonnirt werden; und die Deichgrefen haben ihn von Zeit zu Zeit bald minder bald mehr wieder ausgebessert und unterhalten. Im Sturm 1776 den 21. Nov. war aber dieser alte Deich nebst den übrigen Fünftheils-Deichen dermaßen beschädiget, daß die Deichs-Interessenten, durch die Kosten und aufgenommnen Geldsummen der vorhergehenden Jahre und zugleich wegen Verlust durch die Viehseuche, unvermögend waren den Deich aus eignen Kräften herzustellen. Sie haben sich also an die Staaten von Friesland gewandt, und dieselben haben ihnen edelmüthige Assistenz widerfahren lassen, wodurch alles wieder hergestellt worden. Gegenwärtig 1787 hat eine neue Proposition zur Verstärkung des alten Deichs am Züricher Ort, und die

Verschiedenheit der Meinungen die Veranlassung zur gegenwärtigen Preisfrage gegeben. — Dieses ist der Inhalt der Vorrede.

Erste Abhandlung.

Der Lauf von Fluth- und Ebbeströmen wird beschrieben. Aus der Zeichnung erhellet, daß sie am Züricher Ort mit dem Ufer fast parallel fließen, gleichwie dieß auch vielleicht meistens nahe an den Seeufern auf seichten Gründen der Fall ist. — Zur Abweisung dieser Ströme werden nicht weniger als 7 Stacken an der Spitze auf eine Strecke von ungefähr 80 Ruthen vorgeschlagen die alle eine fast parallele Lage haben, und weil zwey an dem südlichen, viere an dem nördlichen Schenkel und eine gerade auf der Spitze liegen soll, so ergibt die Lage der Schenkel, daß die zwey Fluthstacken, die vier Ebbestacken, und das eine neutral, oder vielmehr senkrecht auf beide Ströme ist. Die Länge dieser Stackwerke ist ungefähr 8 Ruthen, ihre Entfernung 16 und 12 Ruthen. Der stumpfe Winkel nach der Stromseite ist 120 bis 126 Grad. Das Pfalwerk dieser Stacke soll so tief gerammt werden, daß sie 1 Fuß über tägliche Fluth hervor ragen. (Also werden diese Stacken den Strom an der Spitze nicht mäßigen, sie werden ihn vielmehr verstärken. Die Idee hier Ströme **abweisen** zu wollen ist vollends unbegreiflich.) Gegen die Durchnagung des Wurms sollen diese Pfalhöfter nach allen Seiten mit Steinstürzung bis über die niedrigste Ebbe (höher geht der Wurm nicht) versehen werden.

Was den alten Deich selbst betrifft, so müsse der Kamm, der gegenwärtig hohlspürig ist, eine runde Gestalt bekommen, das Fahren und Reiten darauf unterbleiben. Auch müsse er zum Theil binnen verstärkt werden. — Das Pfalwerk müsse erneuert und nach dem Fünftheils-Deichen eingerichtet, auch an der äußern Seite die Steindossirung erhöht werden.

Wenn man den alten Deich abandonnire, so werde der Schlafdeich, wie stark er auch sey, gegen die Wuth

der

der See nicht bestehen ohne noch vorher verstärkt zu werden; dieß beweisen die Fünftheils-Deiche, welche mit so viel Pfalwerk versehen und überdem noch mancher Orten mit Dossirung von Felssteinen auf Ziegelgraus bedeckt seyen. (Dieser Beweis ist wohl nicht gültig, weil die Fünftheils kein Vorland, der Schlafdeich aber dergleichen hat.) Also müsse der Schlafdeich mit einem Pfalwerk versehen werden, so hoch bis auf 3 Fuß unter den Kamm, nebst einem Vor- und Hinterkistwerk. Diese Kosten seyen größer als die welche die Erhaltung des alten Deichs erfordere. (Schützt denn das Pfalwerk des alten Deichs nicht auch den Schlafdeich? und braucht man deswegen, daß man einen ungestalten Deich abandonnirt, auch die Befestigung des Vorlandes zu abandonniren?) Die Einkünfte des Schlafdeichs, des alten Deichs, und des Landes zwischen beiden welche an jährliche Mieth circa 400 Gulden betragen, gehen verloren. (Wenn die Befestigung des Ufers bleibt, bleibt alles übrige. Der alte Deich selbst macht hievon keine Ausnahme, weil auf seiner Oberfläche, die verloren geht, nicht mehr Gras wächst, als auf seiner Basis, welche bleibt, thun würde.) Die Deiche zu Süden oder Norden werden durch den Züricher Ort gegen Ebbe- und Fluthstrom auf eine gute Strecke geschützt. (Aber auch dieser Schutz bleibt, wenn die Uferbefestigung bleibt. Es ist auch sonderbar, daß in den Kostenberechnungen nicht erwähnt wird, wie viel die jährlichen Beschädigungen und Reparationskosten des alten Deichs gegen die künftigen des Schlafdeichs, der kürzer ist, weiter vom Ufer liegt und eine regelmäßige Situation hat, wohl ungefähr betragen möchten.)

Zweyte Abhandlung.

§. 1. Ursachen der Tiefe vor den Fünftheils-Deichen zwischen Zürich und Harlingen.

Zu **Winsemius** Zeiten (1622) sey hier noch ein breiter Vorstrand gewesen, und selbst in der Charte von Friesland durch **Schoranus** 1670 bemerke man noch

Ueberbleibsel desselben. Mündliche Ueberlieferungen, wenn sie anders nicht zu sehr übertrieben seyen, sprechen von einem ausgedehnten Vorlande in dieser Gegend. Seit jenen Zeiten habe Abbruch und Tiefe immer zugenommen.

Die Ursachen werden aus dem Gange der Fluth- und Ebbeströmen durch verschiedene Seetiefen zu verschiedenen Zeiten hergeleitet. Wenn die Fluth durch alle Seetiefen zwischen den Inseln zugleich herein trete, so müsse sie **quer** gegen die Friesländische Küste anströmen, und es wäre kein Strom **längs** derselben Küste möglich. So aber laufe der Strom in die eine See-Enge herein, und aus der andern wieder hinaus, wodurch eine größere Zirkulation entstehe, wovon die Richtungen in einer Charte vorgestellt sind. (Mir scheinen die von dem H. Verf. angeführten Ursachen zu weit hergehohlt und theils unzureichend, den Abbruch und die Vertiefung daraus zu erklären.) —

§. 2. Ueber die Mittel den verlornen Grund wieder zu gewinnen, und den Züricher Ort durch Vermehrung des Strandes zu beschützen.

Das Wasser dieser Gegend enthält Schlick; dieß wird bewiesen durch Anschlämmung des Harlinger Hafen; und durch zwey Höfter, die unweit dem Züricher Ort eine Anschlämmung veranlaßt haben. (Wo das Wasser Tiefe macht, da muß es Schlick enthalten, das ist eine nothwendige Folge. Es ist auch möglich, daß es diesen Schlick anders wo wieder präcipitire. Wenn aber das Vertiefen und Abspülen aufhören soll, woher soll denn der Schlick kommen? Bey Sturmfluthen wird freylich das Wasser über seichten Gründen immer trübe, aber die Zeiten pflegen dem Anwachs nicht günstig zu seyn.) Stackwerke nach einerley Richtung geschlagen, können hier wegen des wiederkehrenden Stroms nicht zweckmäßig seyn. Lege man sie südwärts, so werden sie den von Norden kommenden Strom ablenken, aber der südliche werde dazwischen einfallen und durch seine Wirbel den Anwachs wegnehmen. Um nun einen Anwachs auf 5 Ruthen breit zu bewirken, schlägt der Hr. Verf. ein System oder vielmehr

ein

ein sonderbares Gitterwerk von Höfter vor, von dem man gestehen muß, daß zwar der Anwachs erfolgen, aber daß er ganz unnöthig seyn werde, wenn man so viele Höfter mit Bedeckungsflügeln hat. — (In der That wundert es mich nicht wenig, daß ein sonst gelehrter und gründlicher Mann, wie der Hr. Prof. Xpey ist, so was im Ernste dem Collegio der Herren Vollmachten habe proponiren mögen.)

§. 3. Ueber die wahrscheinlich nachtheiligen Folgen, welche durch Verlassung des Züricher Ort entstehen könnten.

Wenn dieser Ort abandonnirt, Pfalwerk und Steine aber beybehalten würden, möge ein Theil desselben noch lange im Stande bleiben, aber der Strom längs dem Schlafdeich werde bald eine Tiefe vor dessen Fuß ausspülen. (Es ist gewiß kein Beyspiel vorhanden, daß der Strom einen **grünen** Außendeich vertieft habe, vorausgesetzt, daß derselbe nur 1 oder 2 Fuß höher als die tägliche Fluth sey.) Also werde man den Schlafdeich nicht anders als durch ein gewöhnlich hohes Pfalwerk schützen können. Dazu werde wieder eine Steindossirung erfordert, die man tief in die Erde legen müsse? Der Hr. Verf. geht noch viel weiter und schließt aus Betrachtung der Ströme, welche bald südlich und bald nördlich laufen, (wobey er auch die Ströme durch die Seeengen von **Texel**, **Vlieland** und **Ameland** die vielleicht 2 bis 3 Deutsche Meilen vom Züricher Ort entfernt sind, mit erwähnt) daß die Verlassung des Züricher Orts die ganze Provinz in die äußerste Gefahr setzen könne. (Diese hyperbolische Redensart ist aber wohl nur ein epouvantail für Unkundige.) Diejenigen welche den Ort abandonniren wollen berufen sich auf die mindern Kosten, weil der Schlafdeich kürzer sey als die beiden Seiten des Orts zusammen. Aber die Rechnung sey verkehrt, denn die Südseite (das ist der südliche Schenkel des Orts) habe einen flachen Strand, keine Tiefe, sey mit Steinen bedeckt, gegen **Nordwest** im Schutze, und daher ganz wohlfeil zu unterhalten. (Daß

es

es auch aus Südwesten und Westen stürmt ist bekannt; und ein Sturm aus Westen wird wahrscheinlich schon in der Süderseе hohe Fluthen machen und den südlichen Schenkel angreifen, daß man auch die Bedeckung mit Steinen nicht ohne Ursache gemacht habe, ist wohl nicht minder wahrscheinlich; und daß die Herren Verf. der vorigen Preisschrift zwey Höfter an der Südseite proponiren, muß wohl auch nicht ohne allen Grund seyn.)

§. 4. Ueber die Mittel den Züricher Ort in Sturmfluthen gegen den heftigen Wellenschlag zu beschützen.

Wenn die Wellen gegen das hohe Pfalwerk anschlagen, so spritzt das Wasser dagegen hoch auf, und der Wind führt dasselbe über Pfäle und Deich hin, dergestalt, daß es wie ein heftiger Platzregen oder Wasserguß sich nach allen Seiten auf den Deich stürzt und denselben an der innern und äußern Seite zugleich angreift. In einer Zeichnung wird vorgestellt wie im Nov. 1776. der Züricher Deich zu beiden Seiten weggespült und zum Glück nur noch ein Stück in der Mitte des Kamms von 3 oder 4 Fuß breit stehen geblieben. Diesen spritzenden Ueberschlag der Wellen abzuhalten sey vielleicht der Zweck, welcher von den Herren Vollmachten durch den verlangten Anwachs des Strandes beabsichtiget werde. Er werde allerdings etwas dadurch vermindert, könne aber weil er von dem Pfalwerk herrührt nicht ganz gehoben werden, worin der Hr. Verf. meiner Meinung nach vollkommen Recht hat. Der Hr. Graf **van Wassenaar** habe um eben dieser Ursache willen an einer Stelle einen Versuch mit einer Steindossirung in Fachwerk zu beiden Seiten des Deichs gemacht, wovon die äußere reussirt, die innere aber sehr unglücklich ausgefallen sey. (Vielleicht zum Glück für die Deichs-Interessenten: denn was würde das für unsägliche Kosten erfordert haben, einen so weitläuftigen Deich nach allen Seiten mit Steinen zu bepanzern. Vielleicht ist dieß der Versuch, gegen welchen der gelehrte und berühmte Hr. Prof. Cam-

per

per öffentlich geschrieben hat. Inzwischen hat der Hr. Graf van Wassenaar in seiner vorhingedachten Preisschrift ein Princip etablirt, welches ohne Zweifel auf seine vieljährige Erfahrung gegründet ist, und meiner Meinung nach alles andere übertrifft, nähmlich daß die Bestehbarkeit der Seedeiche einzig und allein auf guten Erdwerken beruhe; der Hr. Graf hätte nur noch hinzu fügen dürfen, daß die Provinz ihre Pflicht gegen die Deich-Interessenten nicht vergessen und das allgemeine Seeufer zu rechter Zeit befestigen müsse, damit man die hohen Piloragen und Kistwerke unmittelbar am Deichsfuße entbehren könne: dann meine ich würde sein System vollkommen und untadelhaft seyn.) Der Deich sey so hergestellt, daß der Kamm an einigen Stellen in eine Art Kistwerk verwandelt worden, welches nicht könne ausgespült werden. Diesem Beyspiele meint der Hr. Verf. müsse man folgen, und den nördlichen Deich des Züricher Orts in dergleichen Kistwerk verwandeln, wovon er die Kosten auf circa 44000 Gulden schätzt. Vielleicht thue man auch wohl, dem Deich auf dem Kamm eine tonnenrunde Erhöhung aus Ziegelwrack mit guten Klay gemischt zu geben. (Aber wie stimmt das alles mit des Hrn. V. Wahlspruch: „Hoe eenvoudiger hoe beter„ überein? Ich dächte doch, es sey simpler den Strand zu gebrauchen, den man schon hat, als erst einen neuen zu suchen; und vernünftiger einen gutgelegten Deich, welcher den spritzenden Wellen nicht ausgesetzt ist, gelten zu lassen als mit einem unhaltbaren den Wellen auf Kosten der Deichs-Interessenten trotzen zu wollen. —

Dritte Abhandlung.

Der Hr. Verf. glaubt aus der Frage schließen zu können, daß die Herren Vollmachten der Meinung seyn, es wäre möglich, nothwendig und nützlich den Züricher Ort zu conserviren. Dieser Meinung sey er auch allezeit ergeben gewesen.

Zur

Zur Conservation des Orts sey ein großes Höft unweit der Spitze nöthig. Mit den Herren Graf **van Wassenaar, Camper, Xpey** und **Smit** sey er darin einstimmig, daß wohl angelegte Höfter nützlich zur Beförderung des Anwachses seyen. Aber weil sie für die Länge derselben keine andere Regel geben, als die daß auf hohem Strande **lange** Höfter und auf niedrigem **kurze** zweckmäßig wären, so könne er darin nicht beystimmen, indem die Erfahrung ihn gelehrt habe, daß alle Mahl, wenn der Strom mit dem Ufer parallel sey, kurze Höfter zureichend erfunden werden. Es komme ihm jedoch nicht so vor, daß man den Strom längs den Fünftheils-Deichen für parallel mit dem Ufer halten könne, sondern er dringe etwas schief dagegen an; und so müsse er gestehen, daß **lange** Höfter in einer **größern** Entfernung den Vorzug verdienen. (Da man so weit durch Erfahrung sich einig ist, daß lange Höfter einen weitern und kurze einen nähern Abstand bedürfen, so ist die vortheilhafteste Länge und Entfernung eine bloße Sache des Calculs wozu die erforderlichen data von irgend zwey angelegten Höftern können genommen werden. Aber freylich ist die Regel Detri hier nicht hinreichend. Ich weiß nicht ob der Prof. Xpey Sen. noch lebt; sonst hat derselbe Proben von mathematischen Einsichten gegeben, die eine Auflösung dieses Problems von ihm vollkommen erwarten lassen.) Der Hr. Verf. schlägt also die Länge seines Höfts auf 25 Ruthen vor; etwas schief auf die Ebbe mit einem gekrümmten Haken an der Spitze. Zur convenablen Höhe setzt er die Höhe der Springfluthen. Damit der Wurm nicht schade, soll sein Höft aus lauter Steinen bestehen. Doch soll zuerst eine einzelne Reihe Pfäle nach der Mitte des Höfts geschlagen den Schiffen genugsamen Schutz und Bequemlichkeit geben, die Steine ohne Gefahr und genau an der rechten Stelle zur einen oder andern Seite, nachdem der Wind ist, zu löschen. (Es darf aber nur während der Arbeit irgend ein mäßiger Sturm überkommen, so sind

alle

alle Pfäle sicher aus dem Grunde gespült und vor der Zeit verloren.) Wenn dieß steinerne Höft, wovon die Kosten auf circa 12700 Gulden geschätzt werden, fertig sey, so könne man sehen, wie weit die Anschlickung sich erstrecke, und wo der Strom wieder an das Ufer falle, und danach den Abstand eines zweyten Höfts bestimmen, welcher wie der Hr. Verf. meint wohl 50 Ruthen ungefähr seyn dürfte. — (Das möchte also ein sehr kostbarer Anwachs werden.)

Was das abandonniren betrifft, so nimmt der Hr. Verf. dieß Wort in dem Sinn, wie es von dem in Seedeichssachen sehr erfahrnen Hrn. **Smit** sey gebraucht worden, nähmlich die ganze Ecke (uithoek) an Wetter, Wind und Meerswogen preis zu geben, und diese vor den neuen Deich (Schlafdeich) aufkommen zu lassen. Hr. **Smit** habe **für** das abandonniren sich erklärt und seine Gründe seyen, daß der gegenwärtig unregelmäßige Gegenstrom (neerstroom) dadurch werde gehoben zum Vortheil des Strandes vor das Dorf Zürich; daß es zur bessern Conservation des nordwärts liegenden Deichs gereiche; die Unterhaltung des Schlafdeichs ꝛc. kürzer und wohlfeiler sey. — Ob nun gleich der Hr. Verf. dem Hrn. **Smit** mehr Kenntnisse in Sachen dieser Art zugesteht als er sich selbst anmaßt, so wolle er doch um der aufgegeben Frage Genüge zu thun bemerken, daß 1) diese Folgen mit großen Kosten verbunden; 2) es wahrscheinlich sey, daß ungeachtet der aufgewandten Kosten die günstigen Folgen nicht entstehen werden. Es verlohnt sich der Mühe nicht, den Hrn. Verf. weiter zu folgen. Ich bemerke zur Steuer der Wahrheit noch folgendes.

Alle vier Verfasser dieser drey Preisschriften sind einheimisch. Sie haben also die herrschende Meinung und die Gesinnungen der Herren Vollmachten gekannt und nach dem Preis gerungen. Diesem Zwecke gemäß kann man sie unmöglich für **unparteyisch** halten. Die Herren Beurtheiler muß man freylich für unparteyisch

theyisch halten, aber sie werden nicht nahmhaft gemacht; vielleicht sind es auch keine Sachkundige, und so haben sie wohl nach Mehrheit der Stimmen geurtheilt. —

Es ist übrigens sonnenklar, daß der Deich am Züricher Ort eine fehlerhafte Lage hat. Das hat man auch schon Anno 1734 eingesehen, und den Fehler mit 69000 Gulden corrigirt. Und gegenwärtig vertraut man mehr auf den Fehler als auf die Correction! — Die Uferbefestigung hat eben denselben Fehler, aber da ist er größten Theils incorrigible, auch von keinen so nachtheiligen Folgen. Die sämmtliche Uferbefestigung längs den Fünftheils-Deichen sind für die Deichs-Interessenten dadurch so gefährlich und nachtheilig geworden, daß sie nahe am Deichsfuße construirt sind und die überschlagenden Meerswogen unmittelbar auf den Deich stürzen. Stände das Pfalwerk durchgehends 16 bis 20 Ruthen vom Deichsfuße entfernt, so möchten immerhin die Wellen überschlagen, es würde alle Mahl Wasser auf Wasser stürzen, und weder Vorgrund noch Deich ausgespült werden. Die Verbesserung dieses Fehlers ist meiner Meinung nach das Einzige, was diese Deichscommüne von den unerträglichen Lasten befreyen kann. Aber sie wird sicher beynahe eine Million Gulden erfordern, welche theils aus der Deichscasse, größten Theils aber wohl aus der Provinzialcasse zu bestreiten seyn. — Ich habe diese letzten drey Abhandlungen, welche sehr local und unerheblichen Inhalts sind, hauptsächlich in der Hinsicht mitgetheilt, daß meine hinzugefügten Bemerkungen vielleicht denenjenigen nützlich seyn möchten, welche häufig aus Deutschen Seeprovinzen nach Friesland und Holland reisen, um die practische Seedeichs-Baukunst daselbst zu studiren — Zugleich geben sie einen traurigen Beweis, wie die großen Kosten, welche die Conservation der Seeprovinzen erfordert, durch unsre eigne Fehler und wegen Mangel an allgemein anerkannten soliden Grundsätzen zuweilen bis zum Unerträglichen können vervielfältiget werden.

3.

3.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Woltman, Reinhard, 1757-1837

Beiträge zur Hydraulischen Architectur

Bd.: 2.

Göttingen 1791

Res/A.hydr. 88-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10912356-1
VD18 11081678-003